

**La educación STEM en Uruguay:
Desafío de todos**

**Primera Etapa del Proyecto:
Relevamiento**

Informe Final

**Grupo interacadémico ANCiU, ANIU, ANM
3 de mayo 2022**

RESUMEN

La ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM por sus iniciales en inglés) son un conjunto de herramientas fundamentales para resolver muchos de los mayores problemas de nuestro tiempo y comprender el mundo que nos rodea. El conocimiento y la práctica del pensamiento STEM son componentes esenciales para todos los individuos de una democracia en pleno funcionamiento. Esta formación también es crucial para la futura fuerza laboral STEM, para poder acceder a trabajos mejor remunerados y, en último término, para dotar al país de la capacidad para competir en la economía global de hoy y del futuro. Sin embargo, a la educación STEM no se le ha asignado hasta ahora la prioridad que debería tener y en general no se están ofreciendo las experiencias de aprendizaje STEM de la calidad y dedicación requerida durante la trayectoria de los niños y los jóvenes a través de las etapas de educación inicial, primaria y media.

Las Academias de Ciencias, Ingeniería y Medicina decidieron integrar un grupo de trabajo interacadémico cuyo objetivo final es elaborar y entregar a las Academias un conjunto de recomendaciones de cómo las mismas podrían contribuir a que en Uruguay se optimice la educación STEM, a nivel de la educación primaria y secundaria, a la vez que se identifique tempranamente, se promueva y apoye el desarrollo de aquellos niños y jóvenes de mayor talento, vocación, disciplina y capacidad en ámbitos STEM.

El grupo de trabajo resolvió que la primera etapa del proyecto fuera la realización de un relevamiento que permitiera responder a las siguientes grandes preguntas referidas a la educación STEM dirigida a los niños y los jóvenes:

- a. ¿Cuáles son las mejores prácticas internacionales que podemos identificar?
- b. ¿Cómo es la situación actual en el Uruguay? ¿Qué recursos existen actualmente en el país y cómo operan?

El presente documento es el resultado de esta primera etapa del trabajo y en él se registran los relevamientos de publicaciones y experiencias internacionales reconocidas y de las actividades educativas innovadoras con destaque STEM que fueron identificadas en Uruguay. Por último, el documento presenta las conclusiones que el grupo elaboró a partir de la información relevada.

Este informe de la primera etapa será punto de apoyo fundamental e indispensable para la siguiente etapa de trabajo del grupo interacadémico, la que se enfocará en la elaboración de propuestas que contribuyan a impulsar y fortalecer la educación STEM en el país.

Es destacable la convergencia de todas las fuentes internacionales hacia lo que se puede interpretar como un consenso generalmente aceptado. La educación STEM más efectiva es el resultado de:

- un proceso de inicio precoz,
- con una secuencia de experiencias adecuadas a cada etapa del desarrollo del niño o del joven,
- centradas en la solución de problemas mediante la indagación, aplicando la investigación y la innovación,
- abordadas con perspectiva interdisciplinaria y desarrolladas mediante el trabajo en equipo de alumnos y docentes,
- donde los temas de estos trabajos se eligen para que sean relevantes en el ámbito personal y de la comunidad del estudiante.

- donde las experiencias se ofrecen dentro de un ecosistema STEM amplio, variado, inclusivo y muy bien articulado, con participación en ámbitos STEM que van más allá de la escuela o del liceo,
- donde los docentes motivados y adecuadamente preparados para esta forma innovadora de educación son claves para alcanzar los resultados buscados.

Al contrastar este consenso con el estado de situación relevado en el país podemos identificar con bastante claridad las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas a encarar para llegar al objetivo planteado.

En Uruguay disponemos de un valioso capital de recursos donde apoyar una transformación de la educación STEM. Por su importancia se pueden destacar los siguientes:

- un sistema educativo de alcance nacional con lineamientos homogéneos y que comienza desde la etapa preescolar,
- se dispone de un sistema nacional de formación de docentes, actualmente en revisión,
- la infraestructura y las capacidades desarrolladas por el Plan Ceibal en todo el país,
- variadas experiencias de diferentes alcances y escalas que aplican conceptos educativos de avanzada (p.ej. clubes de ciencia, olimpiadas de ciencia, diferentes ofertas del Plan Ceibal, participación en competencias internacionales),
- entidades educativas y fundaciones enfocadas en contextos desfavorables que aplican metodologías alineadas a las recomendaciones más aceptadas internacionalmente buscando promover la integración de los adolescentes a la sociedad y que alcanzan logros muy positivos con niveles de deserción muy bajos.

Sin embargo, en nuestro país también se observan dificultades que es necesario superar, de las que podemos destacar algunas por la magnitud del desafío que representan:

- no se ha llegado a acordar una Política de Estado sobre Educación y desde hace décadas las diversas iniciativas de transformación educativa han generado resistencias y conflictividad,
- no se visualiza a STEM como un tema de relevancia en la agenda de la educación ni tampoco en la sociedad en general,
- existen posturas de algunos actores del sector educativo que confunden la búsqueda de la excelencia académica con una promoción del elitismo, otras que se oponen a la articulación entre la educación estatal y la educación privada, o incluso entre sectores públicos diferentes, restringiendo las posibilidades de captar aportes e identificar requerimientos de todos los sectores involucrados en el ecosistema de la educación,
- es crítica la falta de docentes formados en algunas disciplinas STEM y también son insuficientes los que están preparados para aplicar las metodologías de enseñanza recomendadas actualmente para el área STEM,
- es notoria una falta de coordinación que lleva a la duplicación de esfuerzos y el desaprovechamiento de potenciales sinergias entre actores, en ausencia de una mirada integradora sobre el ecosistema STEM.

INDICE

1. **Antecedentes**
2. **Objetivo del proceso en curso**
3. **Las experiencias y recomendaciones ⁽¹⁾ internacionales relevadas**
 3. a. Introducción
 3. b. Academias y Organismos Oficiales de los EE.UU.
 - 3.b.1 Estrategia nacional
 - 3.b.2 Aprendizaje de ciencia en entornos informales
 - 3.b.3 Aprendizaje STEM desde la niñez
 3. c. Finlandia
 3. d. Israel
 3. e. Francia
 3. f. Red Interamericana de Academias de Ciencias- IANAS
 3. g. Otros
 - 3.g.1 Método Singapur de enseñanza de matemáticas
 - 3.g.2 Iniciativas de Dra. Jayshree Seth con apoyo de 3M
 - 3.g.3 Programas de extensión del TIFR de India
4. **Relevamiento de las experiencias ⁽¹⁾ desarrolladas en Uruguay**
 4. a. Introducción
 4. b. MEC - Cultura Científica, Clubes de Ciencia
 - 4.b.1 Programa Cultura Científica
 - 4.b.2 Clubes de Ciencia en Uruguay
 - 4.c. Plan Ceibal
 - 4.d. ANEP
 - 4.e. Olimpíadas de ciencias
 4. f. Instituciones de enseñanza que aplican métodos innovadores
 - 4.f.1 Instituciones de enseñanza vinculadas con Alemania
 - 4.f.2 Instituciones con métodos innovadores en contextos desfavorables
 4. g. Universidades e institutos de investigación
 - 4.g.1 UdelaR
 - 4.g.2 Universidades privadas
 - 4.g.3 Institutos de investigación y otros
5. **Conclusiones**
 5. a. Consenso de las prácticas exitosas
 5. b. Status actual en Uruguay
 - 5.b.1 Fortalezas
 - 5.b.2 Oportunidades
 - 5.b.3 Debilidades
 - 5.b.4 Amenazas.
6. **Próximos pasos**

¹ Referidas fundamentalmente al estímulo de la participación de los niños y jóvenes en STEM, así como los métodos de enseñanza empleados y sus referentes destacados.

1. Antecedentes

La ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM por sus iniciales en inglés) son un conjunto de herramientas fundamentales para resolver los mayores problemas de nuestro tiempo y comprender el mundo que nos rodea.

El pensamiento y la comprensión STEM son esenciales para todas las personas que viven en el mundo actual, no solo para los científicos y otros profesionales y trabajadores especializados vinculados a los ámbitos STEM. Estas capacidades permiten a las personas abordar desafíos complejos, tanto en las comunidades locales como a escala mundial, acceder en mejores condiciones a las oportunidades económicas y responder ante los problemas que amenazan la vida, como los provocados por una pandemia mundial. De esta manera, el conocimiento y la práctica del pensamiento STEM son componentes esenciales de una democracia en pleno funcionamiento. Esta formación también es crucial para la futura fuerza laboral STEM, para poder acceder a trabajos mejor remunerados y, en último término, para dotar al país de la capacidad para competir en la economía global de hoy y del futuro.

El acrónimo STEM es hoy en todo el mundo un tema en la agenda de las reformas curriculares de la enseñanza de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. El modelo pedagógico que sustenta STEM en la mayoría de las reformas curriculares para educación básica y media promueve un plan de estudios integrado o interdisciplinar, lo que se materializa como una educación integrada².

Las tendencias curriculares internacionales actuales indican que STEM es una oportunidad de trabajar, con grados variables de integración, las formas de pensar, hacer, hablar, valorar y ser propias del ámbito científico-tecnológico.

Sin embargo, en nuestro país no se le ha asignado la prioridad que debería tener a la educación STEM y en general no se están ofreciendo las experiencias de aprendizaje STEM de la calidad y dedicación requerida durante la trayectoria de los niños y los jóvenes a través de las etapas de educación inicial, primaria y media.

A partir de esta inquietud compartida, el 26 de noviembre de 2020 las Academias de Ciencias, Ingeniería y Medicina realizaron un Simposio Interacadémico titulado “La relevancia de la formación CTIM (STEM por las iniciales en inglés)”³.

Después de dicha actividad, el MEC dirigió a las academias intervinientes una consulta planteando preguntas relacionadas al tema de la formación STEM y los docentes, procurando así un aporte académico para la revisión de la formación docente que se está desarrollando en el Ministerio. Las Academias de Medicina e Ingeniería trabajaron coordinadamente en la elaboración y presentación de sus respuestas a las consultas planteadas.

A partir de esta primera actividad de colaboración interacadémica arriba indicada, las Academias de Ingeniería y Medicina resolvieron sumar esfuerzos nuevamente para impulsar la formación STEM en nuestro país, en particular, contribuir a que los talentos y las vocaciones STEM en los

² Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E. & Moore, T. J. (2016). STEM road map: A framework for integrated STEM education. Routledge Taylor & Francis Group.

³ Link: https://www.youtube.com/watch?v=ZY_QTKMNUTY

niños y jóvenes puedan descubrirse, incentivarse y encontrar espacios para desarrollarse, superando así la escasez de estímulos y las dificultades que son especialmente notorias en los medios socioeconómicos menos favorecidos. Se invitó a la Academia de Ciencias a sumar su participación al proyecto y, a poco de iniciado el trabajo, se concretó su integración al mismo.

2. **Objetivo del proceso en curso**

Al iniciar su trabajo, el grupo elaboró un documento que resumía el alcance del trabajo que se iba a encarar. Dicho documento, que fue aprobado por las directivas de las Academias inicialmente intervinientes, define que el objetivo final del grupo de trabajo era entregar a las Academias un conjunto de recomendaciones de cómo las mismas podrían contribuir a que en Uruguay se optimice la capacitación general en estas áreas, a nivel de la educación primaria y secundaria, a la vez que se identifiquen temprano y se promueva y apoye el desarrollo de aquellos niños y jóvenes de mayor talento, vocación, disciplina y capacidad en ámbitos STEM.

En el mismo documento se establece una primera fase del trabajo consistente en la realización de un relevamiento que nos permita responder las siguientes dos grandes preguntas referidas a la promoción de las vocaciones, talentos y aprendizajes STEM entre los niños y los jóvenes:

- a. ¿cuáles son las mejores prácticas internacionales que podemos identificar?
- b. ¿qué recursos (*) existen actualmente en el país y cómo operan?
(*). p. ej.: clubes de ciencias, olimpiadas de matemáticas, física, química, etc.

En dicho documento también se registra que recién después de realizado el relevamiento, el grupo seguirá avanzando en las próximas siguientes etapas de analizar los hallazgos para llegar a un diagnóstico y luego elaborar propuestas.

3. La experiencia internacional relevada

3.a Introducción

El relevamiento se orientó a la educación STEM e hizo un foco especial en la detección de las mejores prácticas para el estímulo de la participación de los niños y jóvenes en STEM, en los métodos empleados para ello y la identificación de los principales referentes de dichas prácticas.

La búsqueda se dirigió a países e instituciones que son ampliamente reconocidos por la calidad de sus trabajos y los resultados a largo plazo en el ámbito STEM.

El enfoque en ningún momento pretendió ser exhaustivo y seguramente existan abundantes documentos y experiencias valiosas que no llegamos a identificar. Sin embargo, tenemos la seguridad de que el relevamiento ha cubierto una gran diversidad de fuentes, ha identificado una amplia gama de aportes y ha llegado al punto donde se observa un grado importante de convergencia y coincidencia de las recomendaciones, lo que nos permite suponer que no han quedado fuera del radar del relevamiento las mejores prácticas internacionalmente reconocidas en este campo.

3.b Academias y Organismos Oficiales de los EE.UU.

3.b.1 Estrategia nacional

NATIONAL SCIENCE & TECHNOLOGY COUNCIL

Dependiendo directamente de la Presidencia de los EE.UU. se encuentra el NATIONAL SCIENCE & TECHNOLOGY COUNCIL, que por su parte designó un Comité para la Educación STEM. Este Comité publicó a fines de 2018 la actualización de la estrategia de EE.UU. para el impulso de la educación STEM.⁴

Los principales elementos de esta estrategia son:

- a. La visión que se busca cumplir es que, en el futuro, todos los estadounidenses tengan acceso durante toda su vida a una educación STEM de alta calidad y que EE.UU. sea líder mundial en alfabetización, innovación y empleo STEM.
- b. Para lograr esto, se plantean tres metas aspiracionales:
 - Construir bases sólidas para la **alfabetización STEM** garantizando que todos los estadounidenses tengan la oportunidad de dominar los conceptos básicos de STEM, incluido el pensamiento computacional, y adquirir conocimientos digitales.
 - **Aumentar la diversidad, la equidad y la inclusión en STEM** y brindar a todos los estadounidenses acceso de por vida a una educación STEM de alta calidad,

⁴ CHARTING A COURSE FOR SUCCESS: AMERICA' S STRATEGY FOR STEM EDUCATION. A Report by the COMMITTEE ON STEM EDUCATION of the NATIONAL SCIENCE & TECHNOLOGY COUNCIL. December 2018. Link al documento: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2019/05/f62/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>

especialmente aquellos históricamente desatendidos y subrepresentados en los campos del conocimiento y del empleo STEM.

- **Preparar a la fuerza laboral STEM para el futuro**, tanto profesionales con educación universitaria STEM como aquellos que trabajan en oficios especializados que no requieren un título de cuatro años, creando experiencias de aprendizaje auténticas que alienten y preparen a los estudiantes para seguir carreras STEM.
- c. A su vez, para alcanzar las metas arriba indicadas, la estrategia federal determinó cuatro cursos de acción:
- **Desarrollar y enriquecer asociaciones estratégicas.** Esta vía se enfoca en fortalecer las relaciones existentes y desarrollar nuevas conexiones entre las instituciones educativas, los empleadores y sus comunidades. Eso significa reunir escuelas, colegios y universidades, bibliotecas, museos y otros recursos comunitarios para construir ecosistemas STEM que amplíen y enriquezcan la trayectoria educativa y profesional de cada alumno.
 - **Involucrar a los estudiantes en temas donde convergen las disciplinas.** Esta vía busca hacer que el aprendizaje STEM sea más significativo e inspirador para los estudiantes al enfocarse en problemas y desafíos complejos del mundo real que requieren iniciativa y creatividad. Promueve la innovación y el espíritu emprendedor al involucrar a los estudiantes en actividades transdisciplinarias como el aprendizaje basado en proyectos, ferias de ciencias, clubes de robótica, desafíos de invención o talleres de juegos que requieren que los participantes identifiquen y resuelvan problemas utilizando conocimientos y métodos de todas las disciplinas. Busca ayudar a los estudiantes con dificultades en matemáticas, que frecuentemente son una barrera para las carreras STEM, mediante métodos de instrucción innovadores y personalizados. Otro objetivo es enseñar a los alumnos a abordar problemas utilizando múltiples disciplinas.
 - **Desarrollar la alfabetización computacional.** Esta vía reconoce cuán profundamente los dispositivos digitales e Internet han transformado la sociedad y adopta estrategias que empoderan a los estudiantes para aprovechar al máximo este cambio. Reconoce que la alfabetización digital empodera a las personas con las herramientas para encontrar información, responder preguntas y compartir ideas, y que necesitan comprender cómo usar estas herramientas de manera responsable y segura. Esta vía busca promover el pensamiento computacional como una habilidad crítica para el mundo actual. El pensamiento computacional, incluida la informática, no se refiere solo a utilizar dispositivos informáticos de manera eficaz; en términos más generales, significa resolver problemas complejos con datos, una habilidad que se puede aprender a una edad temprana. Busca expandir el uso de plataformas digitales para la enseñanza y el aprendizaje, porque permiten el aprendizaje en cualquier lugar / en cualquier momento; hacer posible la instrucción individualizada adaptada a la forma en que cada persona aprende de la manera más eficaz; y puede ofrecer un aprendizaje más activo y atractivo a través de actividades basadas en simulación o experiencias de realidad virtual. Estas herramientas tienen el potencial de reducir las brechas de rendimiento en los entornos educativos formales y de ofrecer oportunidades rápidas de actualización o actualización en el lugar de trabajo.

- **Operar con transparencia y rendir cuentas.** Esta vía compromete al Gobierno Federal a prácticas abiertas y basadas en evidencia en la toma de decisiones en programas, inversiones y actividades STEM.

Hay cinco objetivos bajo esta vía:

- Aprovechar y escalar las prácticas basadas en evidencia en las comunidades STEM
- Informar las tasas de participación de los grupos subrepresentados
- Utilizar métricas comunes para medir el progreso
- Poner a disposición del público el desempeño y los resultados del programa
- Desarrollar un plan de implementación federal y realizar un seguimiento del progreso

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

La National Science Foundation (NSF) creada por ley en 1950 también tiene un rol en las definiciones estratégicas que complementan las del NSTC. La NSF está dirigida por un National Science Board (NSB) que tiene dos roles fundamentales. Primero, establece las políticas de NSF en el marco de las políticas nacionales aplicables establecidas por el Presidente y el Congreso. La segunda función del NSB es servir como un cuerpo independiente de asesores tanto para el Presidente como para el Congreso en asuntos de política relacionados con la ciencia y la ingeniería y la educación en ciencia e ingeniería. Además de los informes importantes, el NSB también publica documentos de política o declaraciones ocasionales sobre temas de importancia para la ciencia y la ingeniería de los EE.UU.

En particular publicó en el año 2020 el siguiente documento:

- **VISION 2030⁵**

El documento explicita las premisas en las que se basa:

- La demanda mundial de trabajadores con capacidad STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) sigue creciendo, impulsada por las oportunidades y la competencia internacionales, y por los rápidos aumentos en la cantidad de trabajos que requieren habilidades STEM; incluso algunos tipos de trabajos que históricamente no lo hacían hoy requieren conocimientos STEM. Esta evolución se vuelve cada vez más rápida y requiere respuestas cada vez más urgentes.
- A pesar de que las competencias STEM se han vuelto más esenciales, los puntajes en matemáticas y ciencias de K-12⁶ en EE.UU. están muy por debajo de los de muchas otras naciones y se han estancado. Las mujeres y las minorías subrepresentadas siguen estando insuficientemente representadas en Ciencia y Tecnología (CyT) en relación con sus proporciones en la población.

Luego se plantea la pregunta clave: ¿Cómo pueden los EE.UU. aumentar las habilidades y oportunidades STEM para todos los estadounidenses?

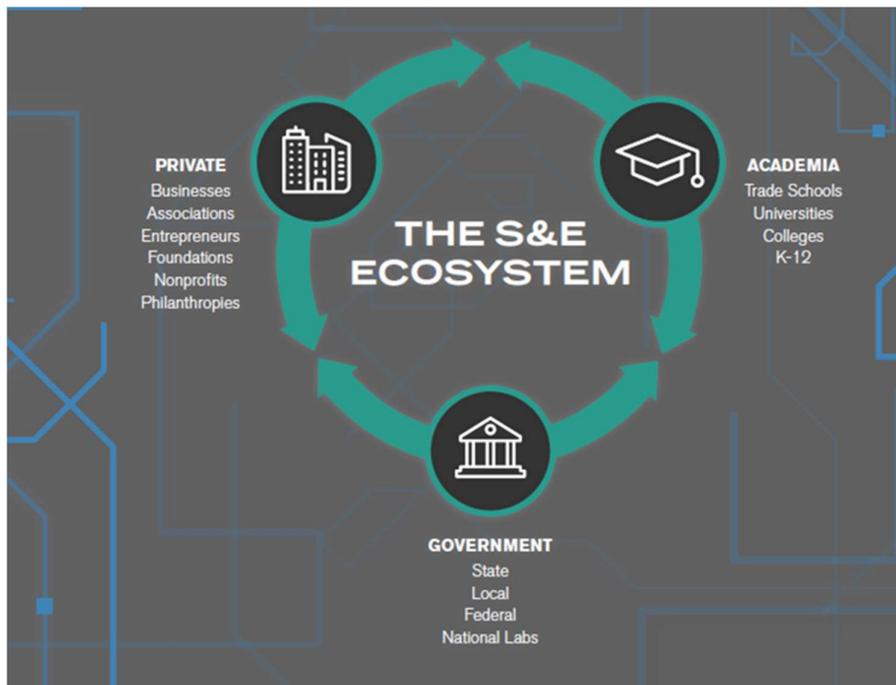
⁵ VISION 2030. (2020) NATIONAL SCIENCE BOARD. Link al documento:

<https://www.nsf.gov/nsb/publications/2020/nsb202015.pdf>

⁶ K-12 se refiere al conjunto de la etapa educativa desde el *kindergarten* (K) hasta el último nivel de enseñanza media, usualmente el año 12°.

Ante esa pregunta propone las siguientes respuestas:

- Los programas de formación de maestros deben incorporar más educación STEM para que los maestros de escuela primaria tengan las habilidades y el nivel de comodidad que necesitan para nutrir la curiosidad natural de los niños pequeños, evitando los "Einsteins perdidos".
 - Un mensaje claro: así como el analfabetismo es inaceptable, ya no puede ser aceptable que alguien sea "malo en matemáticas".
 - EE.UU. debe ser agresivo en el cultivo a pleno del talento disponible en la nación.
 - El ecosistema CyT debe verse y manejarse en su integridad de forma coordinada.
- Para visualizar mejor lo que el NSB entiende por ecosistema CyT se presenta a continuación el siguiente esquema:



- Considerar el significativo rol de los extranjeros.
Para que USA siga siendo una potencia de talento STEM, no puede elegir entre desarrollar talento nacional o reclutar talento nacido en el extranjero: debe asegurarse de ser un imán para todos los talentos STEM, nacionales y extranjeros.

Otro documento relevante publicado por la National Science Foundation es el siguiente:

- **THE SKILLED TECHNICAL WORKFORCE: Crafting America's Science & Engineering Enterprise (2019)**⁷

Es un informe enfocado sobre una parte crucial pero habitualmente subestimada de los emprendimientos de ciencia e ingeniería: los trabajadores técnicos calificados (TTC), los millones de hombres y mujeres con habilidades y conocimientos STEM que no tienen una licenciatura universitaria. Considera que la competitividad, la seguridad y el éxito en los

⁷ THE SKILLED TECHNICAL WORKFORCE: Crafting America's Science & Engineering Enterprise (2019)
NATIONAL SCIENCE BOARD. Link al documento: <https://www.nsf.gov/nsb/publications/2019/nsb201923.pdf>

emprendimientos de investigación del país requieren de este segmento crítico, pero a menudo pasado por alto, de la fuerza laboral capacitada para STEM.

Por esa razón plantea como recomendación clave que los líderes de Ciencia y Tecnología (CyT) deben comunicar la importancia del TTC para los emprendimientos de CyT de la nación, la prosperidad económica individual, la seguridad nacional y la competitividad global de los EE.UU. Es necesario crear conciencia sobre las trayectorias profesionales y educativas de TTC y corregir las percepciones erróneas y la falta de conciencia de las oportunidades de carreras técnicas calificadas entre padres, educadores, orientadores y estudiantes.

3.b.2 Aprendizaje de ciencia en entornos informales

- **Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits⁸**

Este documento plantea los siguientes puntos destacados:

Los esfuerzos para mejorar la capacidad científica generalmente se dirigen a las escuelas y se centran en estrategias tales como la mejora del plan de estudios de ciencias, la capacitación de maestros y el fortalecimiento de la cartera de ciencias. A menudo se pasa por alto o se subestima el potencial para el aprendizaje de ciencias en entornos no escolares, donde las personas realmente pasan la mayor parte de su tiempo. Fuera del horario escolar abundan las oportunidades para el aprendizaje de las ciencias. Al aprendizaje informal contribuyen las organizaciones comunitarias, bibliotecas, escuelas, grupos de expertos, instituciones de educación superior, agencias gubernamentales, empresas privadas y fundaciones filantrópicas. Los entornos informales incluyen una amplia gama de entornos, como discusiones familiares en el hogar, visitas a museos, centros de naturaleza u otros entornos diseñados, y actividades cotidianas como la jardinería, así como actividades recreativas como senderismo y pesca, y participación en clubes.

Ante la pregunta clave: ¿Las personas aprenden ciencias en entornos no escolares?, la respuesta es afirmativa.

El comité encontró abundante evidencia de que en todos los lugares (experiencias cotidianas, entornos diseñados y programas) las personas de todas las edades aprenden ciencia.

Quien aprende en entornos informales podría progresar en diferentes líneas:

Línea 1: experimenta la emoción, el interés y la motivación para aprender sobre los fenómenos del mundo físico y natural.

Línea 2: llega a generar, comprender, recordar y utilizar conceptos, explicaciones, argumentos, modelos y hechos relacionados con la ciencia.

Línea 3: puede manipular, probar, explorar, predecir, cuestionar, observar y dar sentido al mundo natural y físico.

⁸ National Research Council 2009. Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits. Washington, DC: The National Academies Press. Link al documento: <https://www.nap.edu/catalog/12190/learning-science-in-informal-environments-people-places-and-pursuits>

Línea 4: reflexiona sobre la ciencia como forma de conocimiento; sobre procesos, conceptos e instituciones de la ciencia; y sobre su propio proceso de aprendizaje sobre los fenómenos.

Línea 5: participa en actividades científicas y prácticas de aprendizaje con otros, utilizando lenguaje y herramientas científicas.

Línea 6: piensa en sí mismo como estudiante de ciencias y desarrolla una identidad como alguien que conoce, usa y, a veces, contribuye a la ciencia.

Son aspectos distintos, pero que se superponen con el conocimiento, las habilidades, las actitudes y las disposiciones específicas de la ciencia que se desarrollan idealmente en las escuelas. Dos líneas, la 1 y la 6, son particularmente relevantes para los entornos de aprendizaje informal.

Finalmente, el documento presenta recomendaciones específicas sobre cómo organizar, diseñar y dar apoyo al aprendizaje de las ciencias en entornos informales.

Otros documentos de la misma fuente y referidos al mismo tema son:

- **Surrounded by Science: Learning Science in Informal Environments.**⁹
 - **Identifying and Supporting Productive STEM Programs in Out-of-School Settings.**¹⁰
- Esta última publicación informa que se ha demostrado que los programas fuera de la escuela:

- contribuyen al interés y la comprensión de los jóvenes en STEM,
- conectan a los jóvenes con adultos que están disponibles y prestan atención que sirven como modelos a seguir, y
- reducen la brecha de rendimiento entre los jóvenes de familias de bajos y altos ingresos.

También recomienda los siguientes criterios para identificar y desarrollar programas STEM fuera de la escuela que sean productivos:

- Involucra a los jóvenes intelectual, académica, social y emocionalmente
 - El programa proporciona experiencias de primera mano con fenómenos y materiales.
 - El programa involucra a los jóvenes en prácticas STEM sostenidas.
 - El programa establece una comunidad de aprendizaje de apoyo.
- Responde a los intereses, experiencias y prácticas culturales de los jóvenes
 - El programa posiciona STEM como socialmente significativo y culturalmente relevante.
 - El programa apoya a los jóvenes para que colaboren y asuman roles de liderazgo en las actividades de aprendizaje STEM.
 - El programa posiciona al personal como co-investigadores y aprendices junto con los jóvenes.

⁹ National Research Council 2010. Surrounded by Science: Learning Science in Informal Environments. Washington, DC: The National Academies Press. Link al documento: <https://www.nap.edu/catalog/12614/surrounded-by-science-learning-science-in-informal-environments>

¹⁰ National Research Council 2015. Identifying and Supporting Productive STEM Programs in Out-of-School Settings. Washington, DC: The National Academies Press. Link al documento: <https://www.nap.edu/catalog/21740/identifying-and-supporting-productive-stem-programs-in-out-of-school-settings>

- Conecta al aprendizaje STEM fuera de la escuela, la escuela, el hogar y otros entornos
 - El programa conecta las experiencias de aprendizaje en todos los entornos.
 - El programa aprovecha los recursos y las asociaciones de la comunidad.
 - El programa intermedia activamente oportunidades adicionales de aprendizaje STEM.

Las siguientes dos publicaciones ilustran en más detalle las características y ejemplos de actividades fuera del ámbito escolar para promover el aprendizaje y la participación de los jóvenes en STEM.

- **Promising Approaches to Broadening Youth Participation in STEM.**¹¹

Los proyectos descritos en este documento ilustran la gama de características de diseño de proyectos, disciplinas STEM y tipos de actividades que se pueden incluir para maximizar el atractivo para el espectro más completo de futuros innovadores STEM de la nación estadounidense, junto con apoyos que pueden ayudar a los estudiantes de grupos subrepresentados en los campos STEM a visualizarse a sí mismos como futuros científicos e ingenieros.

- Los proyectos se esfuerzan por involucrar a los jóvenes subrepresentados centrándose en temas importantes para los propios estudiantes.
 - Los proyectos diseñados en torno a un problema comunitario pueden ayudar a los jóvenes a comprender STEM a través de aplicaciones del mundo real relevantes para su vida cotidiana. El proyecto permitió a los estudiantes que no habían demostrado previamente un alto interés o logro en STEM convertirse en "expertos en ciencias comunitarias".
 - Las niñas estaban motivadas por proporcionar resultados útiles para sus compañeros y la comunidad y también por refutar los estereotipos sobre sus propias habilidades.
- Romper estereotipos con modelos a seguir y con mentores STEM.
- Equipos de proyecto asociados con organizaciones culturales y comunitarias.
- Involucrar a la comunidad a través de eventos de divulgación y participación.
 - Un modelo de Participación y Liderazgo de los Padres incluyó talleres para padres, laboratorios de computación para padres y un comité de liderazgo comunitario.
 - El co-diseño de programas con miembros de la comunidad desarrolla un sentido de propiedad compartida.

- **Authentic Inquiries into Local Issues.**¹²

Este documento reflexiona sobre las mejores prácticas y lecciones aprendidas en respuesta a la pregunta: "¿Qué conjuntos coherentes de experiencias apoyan de manera

¹¹ Kea Anderson Vogt, Julie Remold, Corinne Singleton, Caroline E. Parker. Promising Approaches to Broadening Youth Participation in STEM. 2016. STEM Learning and Research Center (STELAR Center). NSF. Link al documento: <http://stelar.edc.org/publications/promising-approaches-broadening-youth-participation-stem>

¹² Julie Remold, Kea Anderson Vogt, Caroline E. Parker. AUTHENTIC INQUIRIES INTO LOCAL ISSUES: Increasing Engagement and Building a Sense of STEM Identity and Agency. 2016. STEM Learning and Research Center (STELAR Center). NSF. Link al documento: <http://stelar.edc.org/publications/authentic-inquiries-local-issues-increasing-engagement-and-building-sense-stem-identity>

efectiva y eficiente la competencia de los estudiantes (por ejemplo, conocimientos, habilidades), motivación y persistencia para la participación productiva en la fuerza laboral relacionada con STEM de hoy o en el futuro?".

3.b.3 Aprendizaje STEM desde la niñez

Las Academias Nacionales de Ciencia, Ingeniería y Medicina de los EE.UU. han tenido un rol fundamental en el planteo del carácter crítico de la formación STEM para el bienestar y la seguridad nacional. Han realizado gran cantidad de publicaciones enfocadas al tema y han tenido una influencia determinante para el establecimiento de la prioridad estratégica de la educación STEM en EE.UU.

Una publicación muy reciente presenta las conclusiones y las recomendaciones para la introducción de los niños a aprendizajes STEM desde el nivel preescolar y durante toda la educación primaria. Si bien no presentaremos un resumen del trabajo en este informe, consideramos que es un documento relevante para referenciar en nuestro relevamiento.

- **Science and Engineering in Preschool through Elementary Grades: The Brilliance of Children and the Strengths of Educators.**¹³

3.c Finlandia

El abordaje aplicado en Finlandia es en la actualidad una referencia ineludible para cualquier relevamiento de experiencias educativas internacionales.

Uno de los principios básicos de la educación finlandesa es que todos deben tener un acceso igualitario a una educación y capacitación de alta calidad; independientemente de su etnicidad, su edad, su situación económica o su lugar de residencia, deben disponer de las mismas oportunidades de educarse y así maximizar el desarrollo potencial de cada individuo.

El sistema educativo finlandés ha logrado sistemáticamente excelentes resultados en la prueba PISA, desde que comenzó a realizarse en 2002. Los puntajes declinaron en 2012 y 2015, motivando un cambio en la currícula y ajustes al sistema, en el marco de las revisiones periódicas que realiza ese país.

A menudo el sistema es considerado una referencia internacional; por lo menos una institución local (Liceo Técnico Los Pinos) se ha orientado a adoptar las características principales del sistema finlandés.

Hay muchos artículos de prensa destacando las virtudes del sistema finlandés: uno de los más representativos¹⁴ presenta varios casos de docentes y alumnos, y destaca como características centrales del sistema el compromiso para que todos los alumnos aprendan (una actitud que caracterizan como “whatever it takes”, sólo exceptuándose del mismo las

¹³ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2021. Science and Engineering in Preschool Through Elementary Grades: The Brilliance of Children and the Strengths of Educators. Washington, DC: The National Academies Press. Link al documento: <https://www.nap.edu/catalog/26215/science-and-engineering-in-preschool-through-elementary-grades-the-brilliance>

¹⁴ LynNel Hancock, “Why Are Finland’s Schools Successful?” Smithsonian Magazine, September 2011. Disponible en <https://www.smithsonianmag.com/innovation/why-are-finlands-schools-successful-49859555/>

discapacidades severas); un cuerpo docente profesionalizado; ausencia de tests (excepto al final de la secundaria) e inspecciones, y elevada autonomía de los centros educativos. El compromiso para que todos los alumnos aprendan incluye un tratamiento individual de cada alumno, con tutorías y todos los medios dedicados, en toda la educación básica¹⁵. La individualización del tratamiento requiere la cooperación entre docentes, con padres o tutores, con otros miembros del equipo y con diferentes expertos. Los padres y tutores deben recibir información sobre el plan de estudios, la provisión de educación, la evaluación de los estudios, las necesidades de apoyo de los alumnos y las posibilidades de recibir apoyo. Las ausencias de los alumnos se controlan como parte de la cooperación entre el hogar y la escuela. Los padres o tutores de los alumnos deben ser notificados de las ausencias no autorizadas.

La Agencia Finlandesa para la Educación (oph.fi) publica diversos materiales sobre el sistema finlandés. Uno de ellos¹⁶ resume las principales características:

- la docencia es una profesión muy popular
- no hay inspecciones
- no hay exámenes nacionales (excepto el final de secundaria)
- no hay evaluación de los docentes
- los docentes se sienten valorados por la sociedad
- el horario escolar es corto
- hay pocos deberes

Puede agregarse que la repetición prácticamente no existe (pues los alumnos que van quedando rezagados reciben apoyo y trabajo adicional, hasta que alcanzan el nivel necesario).

Observando las estadísticas en la misma publicación, se recogen otros datos importantes: el tamaño promedio de la escuela es 203 alumnos, y la clase promedio tiene 19 alumnos. Sin duda, estas dimensiones facilitan la gestión del grupo y de la escuela.

La enseñanza es prácticamente toda estatal, organizada en dos niveles, nacional y municipal (local), y fuertemente descentralizada. Es gratuita para los alumnos y sus familias. El nivel local y las escuelas gozan de considerable autonomía de funcionamiento; las escuelas son responsables de la calidad de su propia operación y pueden decidir qué sistema de control de calidad adoptan; no existe un sistema nacional de inspección¹⁷. En los primeros años de la enseñanza obligatoria, un solo docente conduce al grupo; a partir de la enseñanza media aparecen docentes por asignatura. Existe además en cada escuela un esquema de tutores y de otro personal de apoyo, que respalda la actitud de “whatever it takes” para que los alumnos aprendan. Se busca la colaboración entre los docentes y con los equipos de apoyo.

Como señala Lavonen¹⁸, la descentralización permite que los docentes se enfoquen en el contexto local al implementar la currícula nacional, y determinen sus propias estrategias. La descentralización y la autonomía están fuertemente ligadas a la interpretación finlandesa

¹⁵ Ver p.ej. Hautamäki J., Podolskiy A.I. “The Finnish Education as an Individualized Service System with a Reference to Students with Special Educational Needs. *Psychological Science and Education*. 2021. Vol. 26, no. 3.

¹⁶ Finnish National Agency for Education, “Compulsory education in Finland”, EDUFI, 2018

¹⁷ <https://www.oph.fi/en/education-and-qualifications/quality-management-finland>

¹⁸ J. Lavonen: “Curriculum and Teacher Education Reforms in Finland That Support the Development of Competences for the Twenty-First Century”, en F. M. Reimers (ed.), *Audacious Education Purposes*, Springer. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-41882-3_3

del profesionalismo docente, así como al elevado status de los docentes y de la formación docente en la sociedad finlandesa.

En efecto, una característica central del sistema finlandés es la jerarquización profesional de la profesión docente, un proceso que lleva ya medio siglo y que no ha estado exento de dificultades. En un estudio sobre la formación docente finlandesa y su historia, los autores destacan:

*“The long march of teachers from despised and underprivileged civil servants to the core of the academic elite has been more glorious and successful in Finnish society than in most other countries in the world”*¹⁹

Desde hace medio siglo, los docentes del nivel primario y secundario se forman en las universidades tradicionales, en un programa de maestría de 5 años. Todos los docentes deben haber completado este nivel de programa. La admisión es muy selectiva, admitiéndose aproximadamente el 10% de los postulantes; es más fácil ingresar a una carrera de medicina en una universidad prestigiosa que a la formación docente. La profesionalización de los docentes aparece una y otra vez en las publicaciones como un elemento clave del sistema educativo finlandés.

Los maestros de grado tienen una licenciatura en pedagogía. Los profesores de asignatura han completado una licenciatura en la materia que enseñan, así como estudios pedagógicos. Se alienta la actualización permanente de los maestros. En la mayoría de los niveles de la educación los maestros deben participar cada año en actividades de actualización, como parte de sus obligaciones contractuales. Los docentes finlandeses consideran a estas actividades un privilegio, y por lo tanto participan activamente en las mismas.

El director del centro educativo es el que selecciona a los docentes que trabajarán con él, de acuerdo a los méritos de los docentes y a los que considera apropiados para su proyecto. Así, los docentes con experiencia en general trabajan en un único centro por períodos prolongados.

El logro de resultados excepcionales también se debe a que los maestros y profesores trabajan en fuerte asociación con sus pares. Uno de los pilares de la reforma ha sido establecer circuitos de trabajo colectivo entre docentes. Es muy destacable el énfasis que se ha puesto en mejorar el conocimiento profesional de los docentes y líderes como un grupo colectivo, no solo como individuos.

En las publicaciones oficiales no hay prácticamente menciones a STEM; en cambio se destacan las “capacidades para el siglo XXI”, que aparecen en el marco de OCDE utilizado como criterio general para las pruebas PISA²⁰. Estas son competencias transversales: como las resume Lavonen²¹,

Los individuos en el siglo 21 necesitan poder usar un amplio rango de herramientas – incluyendo socio-culturales (lenguaje) y digitales (tecnológicas) – para interactuar eficazmente con el entorno, comprometerse e interactuar en un grupo heterogéneo, desarrollar trabajos y resolver problemas orientados a la indagación, adoptar la responsabilidad para administrar sus propias vidas,

¹⁹ O. Kivinen, R. Rinne, “The Thirst for Learning, or Protecting One’s Niche? The Shaping of Teacher Training in Finland during the 19th and 20th Centuries”, *British Journal of Sociology of Education*, Vol. 15, No. 4, *Teacher Education: Past, Present and Future* (1994), pp. 515-527. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/1393119>

²⁰ <https://www.oecd.org/pisa/definition-selection-key-competencies-summary.pdf>

²¹ J. Lavonen, op.cit.

y actuar autónomamente [...] Se necesita pensamiento crítico y creativo para aprender estas competencias.

Para comprender el funcionamiento del sistema finlandés, es útil examinar la última reforma, iniciada en 2014 e implementada a partir de 2018²². Este fue un proceso colaborativo, conducido por el Ministerio de Educación, con intervención de expertos de universidades y la participación de gobiernos municipales, sindicatos docentes, asociaciones de alumnos y de directores de escuelas de distintos niveles.

El proceso fue motivado por una serie de problemas, vinculados a las competencias del siglo XXI identificadas por OCDE. Lavonen (op.cit) resume estos problemas de la siguiente forma:

Al nivel de los estudiantes: reducción del aprendizaje, bienestar y compromiso en aprender, junto con falta de interés en carreras vinculadas a STEM; dificultades para apoyar el aprendizaje de alumnos diversos, y desafíos para integrar evaluaciones sumativas y formativas para apoyar el aprendizaje

A nivel de la clase: desafíos para guiar a los estudiantes en procesos activos y colaborativos; para el aprendizaje en grupos heterogéneos y multiculturales; para aprender las competencias del siglo XXI en la nueva currícula; y para diseñar y usar ambientes versátiles, dentro y fuera de la escuela, incluyendo el uso de la tecnología para aprender

A nivel de la escuela y la ciudad: aumento de la varianza en el aprendizaje entre escuelas; falta de colaboración entre docentes; organización de trabajos de calidad al nivel local; diseño e implementación de reformas usando herramientas digitales; falta de apoyo pedagógico para el desarrollo profesional del docente, incluyendo el desarrollo personal y en la inducción; y falta de recursos

En las competencias docentes: desafíos de competencias pedagógicas y orientación a la innovación; falta de voluntad y de competencias para el desarrollo profesional personal y del entorno institucional; desafíos para formar redes locales e internacionales.

A nivel de la sociedad: jóvenes abandonando la escuela, o el mercado de trabajo, y aumento en la desigualdad; influencia de la digitalización (p.ej. la inteligencia artificial y la automatización) en el sector educativo; necesidad de formación continua de adultos, y de apoyar el desarrollo sustentable.

Como puede observarse en esta lista, a pesar de su alto nivel el sistema finlandés enfrenta dificultades similares a las de otros países.

El esfuerzo de reforma generó una nueva currícula, definida a dos niveles. El nivel nacional incluye los aspectos generales y el contenido central de las asignaturas. Las escuelas y municipalidades preparan la currícula local detallada, que considera el contexto local y las necesidades, basándose en la currícula nacional.

Como novedad, la currícula generada incluye competencias transversales, agrupadas en áreas: cuidar de uno mismo, administrar la vida diaria, alfabetización en varios idiomas (finlandés, inglés y sueco), competencias para el trabajo, emprendedorismo, involucramiento para un futuro sustentable; aprender a pensar y a aprender; y competencias culturales, de interacción y expresión. Reproducimos la tabla 3.1 del estudio de Lavonen.

²² J.Lavonen, op.cit. En lo que sigue, se resume la revisión de este autor.

Table 3.1 Comparison of twenty-first century competences and finnish transversal competences introduced in the National Core Curriculum

21st century competences (DeSeCo)	Finnish transversal competences introduced in the National Core Curriculum
<i>Ways of thinking</i>	
Critical thinking	Pupils are instructed to find how knowledge can be built, for example by asking questions and looking evidence in order to answer these questions ... pupils are instructed an opportunity to critically analyze the issue from different perspectives
Creative thinking	Finding innovative solutions that requires students to learn to see alternatives and unite perspectives Exploratory and creative work, working together, and contributing to the development of thinking and learning to learn
Learning to learn	Use information independently and interact with others for problem solving, reasoning, and concluding Practicing appropriate behavioral and collaborative skills in working situations, and noticing the importance of language skills and interaction skills
<i>Ways of working</i>	
Inquiring	Collaborative, inquiry oriented and creative working
Problem solving	Use information independently and interact with others for problem solving, reasoning, and concluding
Communication and collaboration	Practicing appropriate behavioral and collaborative skills in working life situations, and noticing the importance of language skills and interaction skills
<i>Tools for working</i>	
Information literacy	Cultural literacy, interaction, and communication Multiliteracy refers to the skills of interpreting, producing, and valuing different texts that help students to understand diverse forms of cultural communication and to build their own identity
Technological skills, media literacy	Develops skills in both traditional and multi-media environments that utilize technology in different ways ICT skills are developed in four major areas ... and understand the use and operation of ICT ...
<i>Acting in the world</i>	
Global and local citizenship	Taking care of yourself, everyday life skills, and safety ...students grow as active citizens who act according to democratic rights and responsible ...
Cultural awareness and social responsibility	Working life skills and entrepreneurship ... Participation and influence, responsibility for sustainable future

Implementar estos aprendizajes requiere aumentar las actividades colaborativas, involucrando a los estudiantes en estudios a menudo multidisciplinarios de proyectos o de fenómenos. En la práctica, **cada año todas las escuelas tienen que diseñar y ofrecer a todos los estudiantes por lo menos un período de estudio enfocado en estudiar fenómenos o temas que sean de interés especial para los estudiantes**, que tienen voz en la elección y el diseño de los proyectos.

Los fenómenos son temas que los estudiantes encuentran en la vida real, y que la escuela utiliza para que incorporen conocimientos desde una perspectiva interdisciplinaria. Por ejemplo: el cambio climático, para analizarlo los estudiantes combinan disciplinas como geografía, ciencias naturales, historia, comunicación.

Los métodos del aprendizaje basado en fenómenos apoyan y facilitan que los estudiantes aprendan habilidades muy importantes como resolver problemas, razonar, pensar críticamente, analizar, etc., habilidades y conocimientos que son vitales en la sociedad moderna, en la vida real fuera de la escuela y en la vida laboral. De esta manera los estudiantes también obtienen un conocimiento más profundo de los temas y las materias que importan, a la vez que aprenden habilidades de razonamiento y sociales, señaladas como competencias del Siglo XXI.

Para apoyar el aprendizaje de estas competencias transversales, se incorporaron 2000 tutores a las escuelas y se asignaron los fondos necesarios.

La reforma también introduce nuevas competencias en la formación de los docentes, que se observan en la tabla 3.2 del estudio de Lavonen citado antes:

Table 3.2 Comparison of twenty-first century competences and the strategic aims of the Finnish development program for teacher education

Twenty-First century competences (DeSeCo)	The strategic aims of the Finnish development program for teacher education
<i>Ways of thinking</i>	
Critical thinking	Research skills (skills required to be critical and consume research-based knowledge)
Creative thinking	Skills for generating and evaluating ideas related to classroom teaching and learning
Learning to learn	Skills for developing teachers' own expertise through reflective activities Skill for coaching , mentoring, or training other teachers
<i>Ways of working</i>	
Inquiring and problem solving	Skills for planning, implementing, and assessing teachers' own practices and their students' learning Research skills (skills to produce research-based knowledge)
Communication and collaboration	Interaction skills for collaborating in different networks and partnerships
<i>Tools for working</i>	
Information literacy	Subject matter knowledge, pedagogical and pedagogical content knowledge, and contextual knowledge
Technological skills, media literacy	Skills for acting in various digital and physical learning environments, including digital skills, and for learning in settings outside of the classroom Digital skills Knowledge about learning and diversity among learners
<i>Acting in the world</i>	
Global and local citizenship Cultural awareness and social responsibility	Awareness of various cross-curricular topics, including those related to human rights and democracy, entrepreneurship education, sustainable development, and globalization Awareness of the different dimensions of the teaching profession: the social, philosophical, psychological, sociological, and historical bases of education as well as the school's societal connections

En toda la reforma, se mantiene la jerarquización de la profesión docente. Como lo expresa un comunicado de prensa del Ministerio de Educación y Cultura de Finlandia²³.

La mejor garantía de calidad de la educación finlandesa es tener los mejores docentes del mundo. Debemos asegurar que la apreciación y la confianza en

²³ Ministry of Education and Culture, Finland, press release 13.10.2016 12.00

el trabajo de los docentes permanezca fuerte y que los mejores jóvenes del grupo etario quieran estudiar para ser docentes.

STEM en Finlandia

En las publicaciones oficiales no se destacan dificultades ni estrategias especiales para la formación STEM, si se exceptúa el interés para que más jóvenes elijan carreras en esa área, de acuerdo con los desafíos y las políticas nacionales.

Para tener una idea de la formación STEM, se resume la currícula de la formación secundaria superior²⁴, que incluye los años 10-12 de enseñanza, equivalente al bachillerato diversificado de nuestro país. Este ciclo construye sobre las capacidades que se vienen desarrollando desde la escuela primaria. En paralelo al ciclo secundario superior, existe la formación técnica y vocacional, que es otro camino de formación para los alumnos que completan la educación básica.

El ciclo secundario superior lleva nominalmente 3 años, pero puede ser realizado en 2 o 4 años, pues se basa en módulos. Contiene un núcleo de 150 créditos centrales, y por lo menos 20 opcionales²⁵.

Durante el aprendizaje los estudiantes deben interpretar, analizar y evaluar datos, información o conocimiento presentado en distintos formatos, sobre la base de su experiencia y conocimientos previos. Se los alienta a que creen y desarrollen soluciones, combinando su conocimiento y habilidades de nuevas maneras. La experiencia de éxitos y una guía constructiva de parte del docente debe fortalecer al estudiante en sus posibilidades e inspirarlos para el aprendizaje de por vida.

Las asignaturas del ciclo son:

Lengua madre y literatura
Segunda lengua nacional (sueco) y lenguas extranjeras
Matemática y ciencias naturales (física, química, biología, geografía)
Humanidades y estudios sociales (filosofía, historia, estudios sociales, sicología)
Religión y estudios sobre la visión del mundo (worldview studies)
Educación física, artes y habilidades, y educación para la salud

La evaluación está ligada a las unidades de estudio y módulos, en vez de notas a fin de año. La evaluación tiene dos tareas: apoyar y guiar el aprendizaje, y visibilizar el logro de los objetivos para aprendizajes y competencias. Incluye modos sumativos y formativos. El examen de salida de la secundaria (“matriculation examination”), que se rinde al finalizar este ciclo, es independiente de las notas de las unidades.

Los estudiantes tienen mucha flexibilidad para elegir los módulos que cursarán. Reciben orientación personal para sus necesidades de estudio y para elegir las opciones que les faciliten la continuación de estudios; compilan un plan de estudio personal, que tiene los estudios a desarrollar, un plan para el examen de salida, y planes para su carrera y estudios futuros. Si tienen necesidades especiales, reciben el soporte necesario.

El examen de salida²⁶ es la evaluación final del ciclo y produce un certificado. Los graduados son elegibles para solicitar admisión a la educación superior; su nota en este

²⁴ <https://www.oph.fi/en/education-and-qualifications/what-general-upper-secondary-education>

²⁵ En la literatura oficial se manejan créditos tipo ECTS (60 créditos equivalen a un año completo). Sin embargo en la revisión de Sharon O'Donnell, se indica 40 créditos corresponden a una carga de un año académico full time (<https://ncca.ie/media/3329/finland-full-review-1.pdf>)

²⁶ <https://www.ylioppilastutkinto.fi/en/>

examen de salida es un elemento importante para que puedan ser admitidos. En Finlandia, completar la educación secundaria no garantiza un lugar en la educación superior, que tiene admisión selectiva.

La formación docente es una de las formaciones más selectivas que se ofrecen en el país, como se señaló anteriormente.

Contenidos STEM en el ciclo secundario superior

Existen dos currículas para matemática, una avanzada y otra básica. Los estudiantes pueden elegir una de ellas, y también se pueden cambiar desde la avanzada a la básica. Los alumnos pueden tomar asignaturas opcionales en otras escuelas, si no están disponibles en la suya. La carga de asignaturas STEM es la siguiente:

Materia	Créditos obligatorios	Créditos opcionales
Matemática (avanzada)	18	6
Matemática (básica)	10	4
Biología	4	6
Geografía	2	6
Física	2	12
Química	2	8

Puede observarse que las cargas mínimas STEM son relativamente bajas, quedando mucho espacio para que el alumno construya su camino preferido de opciones. El total mínimo obligatorio de asignaturas STEM es de 20 créditos de los 150 obligatorios. En el otro extremo, un estudiante dedicado a las STEM puede llegar a adquirir alrededor de 1/3 de sus créditos total en esas materias.

Como la currícula finlandesa se aplica en todas las instituciones, puede intentarse comparar la concentración en STEM con la que tiene nuestro sistema educativo (plan 2006 del Bachillerato Diversificado, que cubre los mismos años del ciclo superior finlandés)²⁷.

Asignatura	Carga horaria semanal en cada año				Total opción físico-matemática	Total opción biológico
	4to	5to científico	6to físico-matemático	6to biológico		
Matemática	4	5	12	6	21	15
Astronomía	2				2	2
Biología	2			6	2	8
Física	3	4	5	5	12	12
Química	3	4	6	6	13	13
Subtotal STEM	14	13	23	23	50	50
Total	36	34	34	34	104	104
% STEM sobre total	39%	38%	68%	68%	48%	48%

²⁷ <https://www.ces.edu.uy/index.php/propuesta-educativa>

Para las orientaciones físico-matemática y biológica del plan 2006 del bachillerato diversificado, la carga en materias STEM es del 48% del total, alcanzando 68% en el 6º año. Desde este punto de vista, se puede afirmar que en Finlandia la concentración de materias STEM es sensiblemente inferior a la del sistema uruguayo; nuestro sistema sería mucho más especializado en su concentración STEM que el finlandés.

La tasa de graduación con respecto a los ingresantes al ciclo secundario superior finlandés, para los jóvenes (pues existe otra rama separada para la educación de adultos), es de aproximadamente 72% en la duración nominal de tres años, y 88% a los cinco años²⁸. Los alumnos pueden transferirse desde el ciclo secundario superior a la formación vocacional y técnica; por lo tanto, la diferencia al 100% incluye dichas transferencias y no refleja necesariamente el abandono escolar.

3.d Israel

PROYECTO 5x2 ²⁹

A partir de una entrevista virtual con la Ingeniera Mariana Waksman, uruguaya que trabaja en Intel Israel, tuvimos la oportunidad de conocer el proyecto 5x2. Dicha iniciativa nació luego que se detectó a nivel nacional, en Israel, una disminución significativa del número de estudiantes de orientación matemática – ingeniería. El proyecto fue impulsado por el sector privado luego de evaluar que las acciones aisladas no eran suficientes y se necesitaba un impacto urgente a nivel macro.

Una particularidad de este proyecto fue el involucramiento de una organización sin fines de lucro “Sheatufin”³⁰, ajena al área STEM, pero experta en estrategias para impacto social. Esta organización se ha especializado en el desarrollo y aplicación de estrategias para lograr impacto colectivo y su primer gran proyecto en Israel fue esta iniciativa para mejorar la educación STEM. Operando como columna vertebral de la iniciativa logró involucrar y articular a múltiples empresas (60), ONG e instituciones del sector público como el Ministerio de Educación en un esfuerzo para alcanzar un ambicioso objetivo medible: **En 5 años, multiplicar por dos (“5x2”) los estudiantes de finales de secundaria con orientación STEM.**

Para alcanzar el objetivo, se buscó facilitar el acceso de los estudiantes de secundaria de todos los sectores sociales a la educación STEM.

Se contó con la asistencia de expertos académicos. Se identificaron las etapas esenciales para maestros, profesores, estudiantes, con métodos de evaluación unificados y priorizando matemáticas. Actualmente la iniciativa es liderada por el Ministerio de Educación.

Se coordinaron actividades en empresas de alta tecnología en la que ingenieros voluntarios dictaron conferencias y realizaron visitas guiadas a estudiantes posibilitando el conocimiento de las oportunidades que brindan las habilidades STEM.

El modelo realizado puede ser útil para otras sociedades, pero debe tenerse presente que requiere:

²⁸ Finland National Board of Education, “Completion of Education in Finland”.

²⁹ Link al Proyecto 5x2 Israel: <https://www.5p2.org.il/about-the-5x2-initiative>

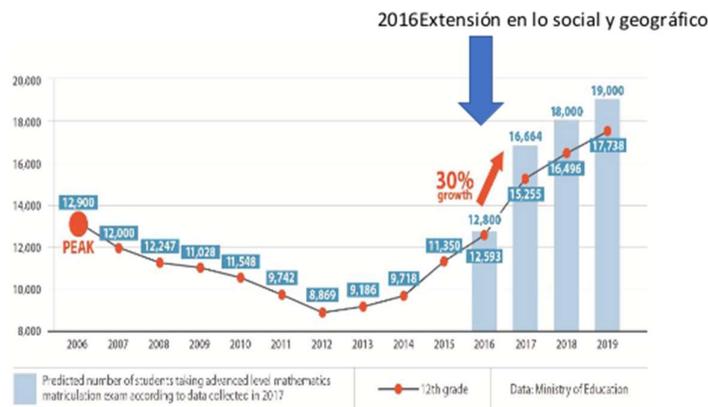
³⁰ Link a SHEATUFIM: <https://sheatufim.org.il/en/home-page/>

- Liderazgo reconocido e influyente
- Reconocimiento de la urgencia de instalar el cambio
- Voluntad de sostener el proceso con recursos económicos

Para lograr éxito se necesita:

- Agenda común
- Sistemas de medidas consensuadas
- Sinergia con actividades de refuerzo
- Comunicación abierta y permanente entre todas las partes
- Participación de una organización facilitadora que instale el modelo y articule los actores

Proyecto 5x2 en Israel 2019 Publicación de resultados



3.e Francia

La main à la pâte

La fundación francesa de cooperación científica **La main à la pâte**³¹ (“manos en la masa”) fue creada en 2011 por la Academia de Ciencias de Francia, así como por las “Écoles normales supérieures” de Paris y Lyon. Se dio continuidad así al trabajo del anterior proyecto “La main à la pâte”, iniciado en 1995 por la Academia de Ciencias tras la iniciativa de Georges Charpak, premio Nobel de física de 1992.

El objetivo de la fundación “La main à la pâte” es mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias y de la tecnología en la escuela primaria y los primeros cursos de la secundaria, niveles favorables a la igualdad de oportunidades. Su acción, tanto en el ámbito nacional como internacional, ofrece asesoramiento y desarrollo profesional a los maestros que

³¹ Sitio web: <https://www.fondation-lamap.org/es/international>

proporcionan clases de ciencias. Ayuda a estos docentes a implementar una pedagogía orientada hacia la indagación, permitiendo de esta forma el estímulo del espíritu científico, la comprensión del mundo y las habilidades orales por parte de los alumnos.

Para desarrollar sus cometidos, cuenta actualmente con:

- Un equipo nacional de treinta personas
- Más de 400 actividades para las clases disponibles en línea
- 11 proyectos pedagógicos temáticos realizados desde el año 2000 y difundidos gratuitamente a 55 000 maestros
- Colaboraciones con más de 50 países y 3 redes regionales (Unión europea, Asia del Sureste y América latina).
- Una red de unos veintes Centros pilotos en Francia
- Más de 150 colegios experimentando una enseñanza integrativa de las ciencias durante los dos primeros años del secundario
- 9 “Casas para la ciencia” implantadas en 9 regiones para asesorar los maestros.

Tal como se desprende de sus objetivos, promueve una enseñanza de las ciencias basada en la indagación, lo que se ha traducido además en recursos didácticos generados para promover esta metodología. Los títulos de algunas de las publicaciones disponibles en su portal, pensadas como apoyo a los docentes que enseñan ciencias, dan una idea general del enfoque de la enseñanza y del direccionamiento hacia los niveles primarios de estudiantes:

- *La enseñanza de la ciencia en la Educación Básica. Antología sobre indagación e inclusión.*
- *El método experimental: ¿Qué hacer en clase? Guía metodológica.*
- *PROYECTO LAMAP. Proyecto educativo para aprender y vivir la ciencia en la escuela.*
- *Ciencia y Tecnología en educación secundaria. ¿De qué está hecho el mundo? Materia y materiales.*

En el terreno de la cooperación internacional, tiene numerosas colaboraciones con países de todo el mundo, en distintas modalidades. En la publicación *The international action of La main à la pâte*³² se detallan estos aspectos.

Por último, en lo referido a Uruguay, un grupo de la Facultad de Química ha trabajado durante los últimos años en la utilización de la metodología ECBI, contando con la asesoría de la fundación La main à la pâte.

Fundamentos científicos de los aprendizajes: ¿Cómo aprendemos?

Stanislas Dehaene es un neurocientífico cognitivo francés cuya investigación se ha centrado en temas como la cognición numérica, las bases neuronales de la lectura y los correlatos neuronales de la conciencia. En su libro “¿Cómo aprendemos?”³³ describe los pilares que sustentan el aprendizaje. La atención, la habilidad humana que permite concentrarse en determinados estímulos y poner en segundo plano aquellos que no son relevantes. El compromiso activo, también señalado como curiosidad. Aprendemos de los demás, con los demás y de forma individual. También aprendemos leyendo, escuchando, explorando,

³² The international action of La main à la pâte. Link al documento: https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/action_internationale/Brochure_internationale_VF.pdf

³³ Dehaene Stanislas. - ¿Cómo Aprendemos? - ISBN: 9789876299695 -Editorial: SIGLO XXI EDITORES

investigando, preguntando. No hay una única ruta de aprendizaje, sino que las posibilidades pueden ser múltiples.

Su investigación es también muy relevante en el tema sobre cómo se aprende la matemática y sus conclusiones las publicó en el libro “El cerebro matemático”³⁴. Estos conceptos dan un respaldo científico moderno a las recomendaciones para la enseñanza integrada STEM.

3.f Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS)

La Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS), desde su creación en el año 2004 ha contado con un programa destinado a promover cambios en la enseñanza de las ciencias en los países miembros, como respuesta a la educación tradicional, en la que desde temprana edad –a lo largo de la educación primaria y secundaria–, los alumnos están sometidos a una enseñanza pasiva, basada en la repetición de un conocimiento –a veces mal planteado– en textos poco rigurosos, que induce a un aprendizaje memorístico de las bases conceptuales de la ciencia. La idea básica del programa fue poner en práctica un modelo de enseñanza de la ciencia orientado a que los niños aprendan los principios básicos de la ciencia pensando y trabajando según el orden de ideas y las prácticas utilizadas por los investigadores en sus laboratorios. Desde los años noventa del siglo pasado, se habían desarrollado y puesto en práctica nuevas metodologías pedagógicas en países como Francia y Estados Unidos, con la misma finalidad. El programa de la IANAS se denominó Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), promoviendo esta metodología de enseñanza.

La enseñanza ECBI empieza bien sea haciendo preguntas u observaciones, o planteando algún tipo de escenario. Los procesos específicos por los que idealmente debe transitar el estudiante son los siguientes:

- Creación de una conjetura
- Creación de sus propias preguntas
- Obtención de evidencias que permitan responder sus preguntas
- Explicar la evidencia recolectada
- Conectar esa explicación con el conocimiento obtenido en el transcurso de la investigación
- Creación de un argumento y justificación de la explicación o, en su defecto, hacer una nueva conjetura y empezar el ciclo nuevamente.

Hay que hacer notar que en la ECBI las cosas no son, en general, lineales, que los momentos son muchas veces poco estructurados y que para llegar a una conjetura se requiere de trabajo previo.

Se considera esencial que el contacto con la ciencia se inicie tempranamente, a nivel de primaria (incluso a edad preescolar), desarrollando las estrategias adecuadas. Varios países de la región, ya tenían experiencia previa en esta metodología, utilizándola en las escuelas. Los programas como Pequeños Científicos (Colombia), La Ciencia en tu Escuela (México), La Ciencia en tu Escuela (Bolivia), muestran en su denominación este enfoque. El programa de la IANAS promovió y apoyó la metodología ECBI en casi todos los países de la región, a

nivel de primaria, extendiéndolo a veces hasta secundaria. En el caso de Chile, tuvo importante contribución del programa francés “La main à la pâte”.

El programa de la IANAS también puso énfasis en dos aspectos fundamentales para la implementación exitosa de la metodología ECBI:

- Es indispensable contar con docentes que dominen los conceptos básicos de las diferentes ramas de la ciencia para implementar un buen programa de educación en ciencia, en cualquiera de sus formas. En el caso de la ECBI, la preparación de los docentes es particularmente importante puesto que tanto en la realización de los experimentos como al momento de presentar las hipótesis o elaborar conclusiones, los niños pueden hacer preguntas de la más variada naturaleza.
- Se debe generar material de estudio compatible con el enfoque ECBI, para servir de guía a los docentes en la ejecución de los ejercicios. Este material generalmente se pone a disposición en portales creados al efecto. Uno de los pioneros ha sido el portal Indagala, administrado por la Academia de Ciencias de México durante la ejecución del programa de IANAS.

Se puede ver una descripción de los avances del programa discriminados por país que integra la IANAS, en el libro “Educación en Ciencias Basada en la Indagación. Promoviendo cambios en la enseñanza de las ciencias en las Américas”³⁵, publicado por la IANAS en 2017.

El programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación ha estado inactivo desde 2017, y en el año 2021 se ha presentado una propuesta para su relanzamiento, reafirmando la necesidad de continuar con la estrategia planteada. La propuesta se presenta en la publicación “Catalyzing STEM Education and Public Engagement through the IANAS Science Education Program”³⁶.

Este documento está organizado en base a un conjunto de recomendaciones que se desarrollan en diferentes capítulos. Basta leer el listado de las recomendaciones para comprender el enfoque de la propuesta. Por ese motivo las listamos a continuación.

- Recomendaciones para apoyar el aprendizaje dentro y fuera de la escuela:
 1. Apoyar la formación de educadores y el aprendizaje profesional para generar confianza en la enseñanza de conocimiento con contenidos STEM de una forma pedagógicamente efectiva.
 2. Apoyar el acceso a recursos de aprendizaje efectivos que mejoran la educación STEM.
 3. Desarrollar la alfabetización digital, incluido el pensamiento computacional, entre estudiantes y profesores.
 4. Involucrar a científicos e ingenieros, incluidos estudiantes postsecundarios, profesionales de la industria, académicos de carrera temprana y miembros de la Academia Joven, en educación STEM.
 5. Involucrar a los administradores escolares y las organizaciones comunitarias en comprender el valor de la educación STEM y construir una cultura de investigación en

³⁵ Educación en Ciencias Basada en la Indagación. Promoviendo cambios en la enseñanza de las ciencias en las Américas, IANAS 2017. Link al documento: <https://ianas.org/wp-content/uploads/2020/07/seb02.pdf>

³⁶ Catalyzing STEM Education and Public Engagement through the IANAS Science Education Program. Link al documento: <https://ianas.org/wp-content/uploads/2021/09/Catalyzing-STEM-Education.pdf>

su escuela y comunidad, contribuyendo al desarrollo de un Ecosistema educativo STEM vibrante.

- Recomendaciones para involucrar a la sociedad civil:
 1. Interactuar proactivamente con los medios (redes sociales y tradicionales) para popularizar las disciplinas STEM y compartir el trabajo académico de formas accesibles, relevantes y atractivas.
 2. Involucrar al público a través de eventos de divulgación (por ejemplo, festivales, cafés, conferencias públicas), consultas y actividades de investigación basadas en la comunidad que implican la co-creación de conocimiento.
 3. Colaborar con representantes gubernamentales para poder informar respecto de iniciativas políticas relevantes.
 4. Comprometerse con la industria para comprender y respaldar sus necesidades (p. ej. investigación, desarrollo del talento) e involucrarlos en la comunicación y en actividades educativas.

Es de mencionar también otro de los programas de la IANAS, Mujeres por la Ciencia, iniciado en 2010 y que promueve acciones destinadas a aumentar la participación de mujeres en las áreas científicas y tecnológicas.

En la misma línea, en el plano regional la OEA, a través de la Red EducaSTEAM, persigue objetivos similares y ha publicado el libro “La indagación como estrategia para la educación STEAM: Guía Práctica”³⁷.

3.g Otros

3.g.1. Método Singapur de enseñanza de matemáticas

Es una metodología de enseñanza de las matemáticas basada en las experiencias de distintos investigadores y que fue compilada por el INE (Instituto Nacional de Educación) de Singapur como respuesta a la necesidad de mejorar el aprendizaje de matemáticas de sus alumnos. El primer programa de estudios creado con esta metodología nace a principios de los años ochenta, siendo la base de las diferentes modificaciones posteriores de autores de diferentes países.

La metodología busca la capacitación de los alumnos en la resolución de problemas matemáticos en una amplia variedad de situaciones, incluidas las no rutinarias, problemas sin solución evidente y problemas relacionados con la vida real. Realmente no es un método en sí mismo, es un compendio metodológico estructurado sobre la base de la resolución de problemas, como el eje de la enseñanza de las matemáticas.

- MÉTODO DE LOS OCHO PASOS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

³⁷ La indagación como estrategia para la educación STEAM: Guía Práctica. Portal Educativo de las Américas de la Organización de los Estados Americanos y la Red EducaSTEAM. (2018) Link al documento: <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/Final%20OEA%20Indagacio%CC%81n.pdf>

DATOS

1. Leer y comprender el problema.
2. Realizar un dibujo esquemático del problema incluyendo los datos conocidos con sus unidades de medida.
3. Escribir los datos conocidos con sus valores y unidades de medida.
4. Escribir las incógnitas, con sus símbolos y unidades de medida.
5. Escribir las fórmulas o ecuaciones que se necesiten.

OPERACIÓN

6. Indicar los pasos a seguir (aplicación de leyes, cambios de unidades, cálculo de variables intermedias, despejar incógnitas, etc.), justificándolos y numerándolos.
7. Realizar las sustituciones necesarias y procedimientos con sus unidades de medida.

SOLUCIÓN

8. Resultado. Interpretación de los resultados obtenidos con sus unidades de medida.

COMPROBACIÓN: Dos pasos de control

9. Revisión de todos los pasos en busca de errores.
10. Análisis del resultado o resultados.

[Nota: El método Singapur es aplicado en Uruguay en colegios apoyados por la Fundación Niños con Alas (Obra Banneux, Federico Ozanam, Don Bosco y Montserrat) y en el Colegio Los Rosales.]

3.g.2. Iniciativas impulsadas por la Dra. Jayshree Seth, con apoyo de 3M

Estas iniciativas tienen la particularidad de originarse y desarrollarse en el ámbito privado y empresarial en su totalidad. Son llevadas adelante por la Dra. Jayshree Seth - Corporate Scientist at 3M, líder de Applied Technology Development for the Industrial Adhesives and Tapes Division, con el apoyo de la empresa 3M.

La Dra. Seth es una referente científica muy reconocida públicamente en EE.UU., con alta exposición en los medios y es una voz activa y respetada en la promoción de la formación STEM, enfocándose muy especialmente en las jóvenes, presentando modelos de rol que ilustran cómo una carrera en ámbitos STEM es perfectamente compatible y disfrutable por una mujer.

La Dra. Seth es la coordinadora de varias series de videos muy interesantes para difusión a público joven en general y con énfasis en mujeres, auspiciados por la empresa 3M:

- Serie “~~Not~~ the science type”
- Serie “Beyond the beaker”,
- Serie “Science at home”.

Los videos correspondientes a los episodios de estas series se encuentran accesibles en YouTube.

3.g.3. Programas de extensión del TIFR (India): “Chai and Why?” y otros

El Tata Institute of Fundamental Research (TIFR)³⁸, Mumbai, fue fundado en 1945 y es un centro oficial dentro del Departamento de Energía Atómica de la India. Se dedica a investigación básica en física, química, biología, matemáticas y ciencias de la computación.

Los programas de extensión se inscriben dentro de los cometidos del Comité de Divulgación Científica y Difusión Pública de TIFR, que se esfuerza por:

- Informar a los estudiantes y al público en general sobre la investigación en TIFR.
- Proporcionar una plataforma a la comunidad docente para participar en la educación y la investigación continua.
- Inspirar a los estudiantes a seguir una carrera en ciencias básicas.
- Informar al público sobre las últimas tendencias y desarrollos en la investigación científica.
- Transmitir la importancia de los nuevos y emocionantes desarrollos en ciencia y tecnología.
- Brindar información auténtica a periodistas y escritores científicos.
- Visitar escuelas y colegios para presentar experimentos y despertar el interés por las ciencias.

Programa “Chai and Why?” (Té y ¿por qué?)

El programa fue iniciado en el año 2009 por el científico Arnab Bhattacharya³⁹, quien actualmente lidera un grupo de investigación en opto-electrónica y además es el director del Centro Homi Bhabha para la Educación de las Ciencias.

La iniciativa, de estilo café de divulgación científica, ofrece debates informales y accesibles sobre ciencia desde 2009. Tiene como objetivo involucrar al público que está interesado en la ciencia pero que generalmente no tiene la oportunidad de interactuar y discutir sus puntos de vista con los científicos y hacer preguntas.

Lleva 13 años de actividad sin interrupción desde que comenzó en 2009. Las actividades se llevan a cabo en la mañana de días domingo y son abiertas a todo público.

Si bien las sesiones se llevan a cabo en forma virtual en la actualidad debido a las restricciones de la pandemia de COVID, generalmente se han llevado a cabo en el teatro Prithvi, Mumbai, el primer domingo, en la universidad Ruparel, Mumbai el tercer domingo de cada mes y en Alexandra School, Fort, Mumbai si un mes tiene el

³⁸ Tata Institute of Fundamental Research (TIFR) , Mumbai, India. Link al sitio web: <https://www.tifr.res.in/>

³⁹ Arnab Bhattacharya tiene una licenciatura en tecnología de IIT-Bombay, un Ph.D. de la Universidad de Wisconsin-Madison, y trabajó en una beca Alexander-von-Humboldt en el Ferdinand-Braun-Institut en Berlin, antes de establecer un grupo de investigación en TIFR para nuevos materiales y dispositivos semiconductores. Arnab también es un apasionado de la divulgación científica y le gusta hablar sobre ciencia y demostrar experimentos científicos a todos los públicos, en particular a estudiantes y profesores de escuelas y universidades.

quinto domingo. En estos años se han cubierto una amplia gama de temas relacionados con la ciencia y la tecnología y sus conexiones con la sociedad.

En verano, las sesiones especiales dirigidas a los niños, que cubren, por ejemplo, la ciencia en la cocina, el patio de recreo, etc. demostraron ser muy populares.

Se han realizado 310 sesiones desde el inicio en el 2009 hasta el año 2020.

Para tener una idea de los temas que se tratan en cada una de las sesiones (de aproximadamente 90 minutos) se presenta a continuación la lista de los títulos de las 23 actividades realizadas desde el inicio del año 2021 hasta mediados del mes de octubre.

- Controlling chemical reactions using low energy electrons - Oct. 17, 2021
- Nuclear Magnetic Resonance - Oct. 03, 2021
- Let's move to the sunny side - Sept. 19, 2021
- Science vs common sense - Sept. 05, 2021
- How to make a home lab? - Aug 29, 2021
- Indian Independence, Science and the World: A view from the Archives Indira Chowdhury, Centre for Public History, Bengaluru. - Aug 15, 2021
- Learning about tigers from their poop - Aug 01, 2021
- The theory behind everyday games - Jul 18, 2021
- Mutations - Jul 04, 2021
- Shapes and geometry of surfaces - Jun 20, 2021
- Fun Chemysterries of Milk! - Jun 06, 2021
- More fun with light! - May 30, 2021
- Fun with light - May 16, 2021
- Magnetism of elementary particles and quantum dance in the vacuum - May 02, 2021
- Fun with magnets - Apr. 18, 2021
- Covid-19 through the mathematical crystal ball - Apr. 04, 2021
- Colourful Chemistry (Holi Special) - Mar. 21, 2021
- The saga of unsung heroes - Mar. 07, 2021
- Up close with science: Probing semiconductors with light - Feb 21, 2021
- Vaccines against Covid-19 - Feb 07, 2021
- Up Close with Science: The microscopic world of *C. elegans* - Jan 31, 2021
- Up Close with Science: Through an Electron Microscope - Jan 17, 2021
- You measure, therefore you conclude - Jan 3, 2021

En la página web de la iniciativa⁴⁰ se puede acceder a los videos de éstas y otras actividades pasadas.

Otras actividades de extensión del TIFR

- Día Nacional de la Ciencia
Para conmemorar el descubrimiento del efecto Raman, el 28 de febrero se celebra

⁴⁰ Link al sitio web: https://www.tifr.res.in/~outreach/chai_and_why.html

el Día Nacional de la Ciencia. Se realizan conferencias públicas y charlas especiales. En un domingo cercano, el instituto está abierto a las visitas del público en general.

- **Fronteras de la ciencia**
Se organiza un programa de un día de duración el último domingo del mes de noviembre para los alumnos de 9º curso. El programa tiene como objetivo introducir el entusiasmo de la investigación moderna a los estudiantes y vigorizar el deseo de seguir la ciencia pura como vocación.
- **Visitas a escuelas y universidades**
El equipo de extensión visita escuelas y universidades para interactuar con estudiantes y maestros. Se llevan a cabo experimentos y discusiones que despiertan curiosidad y se ponen en evidencia hechos científicos que normalmente no se conocen.

4. Relevamiento de las experiencias desarrolladas en Uruguay

4.a. Introducción

Consideramos importante advertir sobre algunas particularidades que tuvo el relevamiento de las experiencias desarrolladas en Uruguay:

- La búsqueda se orientó prioritariamente, aunque no exclusivamente, a actividades y programas que procuren ofrecer a niños y jóvenes experiencias STEM para impulsar la educación en estas áreas, a la vez que identifiquen, promuevan y apoyen el desarrollo de aquellos de mayor talento, vocación, disciplina y capacidad en ámbitos STEM.
- Lo que tratamos de encontrar fueron experiencias que pudieran producir resultados educativos con un diferencial significativo respecto de los resultados habituales en el área STEM.
- Si bien consideramos que hemos logrado identificar y relevar un conjunto interesante de experiencias valiosas, no podemos afirmar que el conjunto cubierto sea exhaustivo y es muy probable que existan más experiencias significativas que no pudimos identificar.
- Por otra parte, si bien las experiencias relevadas son de escalas e impactos con alcances notoriamente diferentes, en un extremo de alcance, p.ej. el Plan Ceibal con alcance nacional y en otro extremo una experiencia aplicada en único centro educativo, p.ej. *Ánima*, consideramos valioso no dejar afuera del informe a algunas experiencias focalizadas que pueden aportar ideas de interés para ser escaladas.
- Por último, tampoco tuvimos oportunidad en esta etapa de identificar aquellas iniciativas incipientes que están recién empezando o todavía son un plan a implementar a la brevedad. Por esa razón, como próxima etapa inmediata del grupo de trabajo está previsto contactar a las autoridades de la enseñanza con el objetivo de recoger sus aportes e introducir eventuales ajustes a este informe para tener un documento que refleje de la mejor manera a la realidad en nuestro país.

Las diferentes experiencias relevadas se presentan agrupándolas en subcapítulos correspondientes a cada una de las instituciones que las llevan adelante.

4.b. MEC – Cultura Científica, Clubes de Ciencia

4.b.1 Programa Cultura Científica – MEC Uruguay

En la página web del MEC⁴¹ se presenta la siguiente información respecto del programa:

Objetivos

- Mostrar la importancia de los Clubes de Ciencia, la metodología científica y sus principios, como una de las formas de obtención de conocimiento.
- Contribuir a la formación de todas las personas, mediante su participación en actividades de investigación científica y tecnológica.
- Profundizar un acercamiento entre ciencia y sociedad para forjar un espíritu crítico y reflexivo en torno al conocimiento, su uso y su incidencia en áreas productivas, sociales y educativas.
- Promover la vinculación de la población con la comunidad científica, y el sector productivo.
- Apoyar a los orientadores en metodología de investigación a través de iniciativas innovadoras y recreativas, en ámbitos de educación no formal.
- Impulsar actividades que expongan a niños, jóvenes y adultos a distintas realidades, para desarrollar una conciencia social que mejore su entorno.
- Promover un trabajo basado en valores en el marco de la investigación científica, como el respeto, la solidaridad, la tolerancia, el compañerismo y la ética.

Descripción

Componentes del programa

- Clubes de Ciencia
Son escenarios de educación no formal, en el que niños, jóvenes y adultos de todo el país pueden potenciar sus ideas y su creatividad a través de una investigación. Los clubes se registran y pasan por diversas instancias a lo largo del año, mostrando su trabajo en talleres, Congresos Departamentales, Ferias Departamentales, y la Feria Nacional.
- Semana de la Ciencia y la Tecnología
La Semana es una instancia nacional de divulgación de la Ciencia y la Tecnología que se hace en el país. Ocorre anualmente en el mes de mayo y busca promover el mutuo relacionamiento de la investigación científica y la sociedad, acercando a quienes

⁴¹ <https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/politicas-y-gestion/educacion-cientifica>.

Link a página de Facebook del programa, donde se encuentra mucha información de las actividades realizadas:
https://www.facebook.com/culturacientificauy/?ref=page_internal

producen conocimiento científico y tecnológico a toda la población. Participan un número creciente de investigadores y divulgadores ofreciendo conferencias en diversos centros solicitantes de todo el Uruguay. Las instituciones y empresas que tienen relación con la investigación o divulgación en ciencia abren sus puertas al público.

- Concursos

A través de convenios suscritos con distintas organizaciones, el Programa de Popularización de la Cultura Científica organiza distintos Concursos Temáticos con el fin de promover espacios para que niños y jóvenes participen de actividades de fuerte contenido social y propiciar ámbitos de investigación y formas de gestión social comunitaria. Se impulsa la participación de equipos de niños y jóvenes, así como de instituciones trabajando en red, que permitan acercar a la población los resultados de sus investigaciones.

- Campamentos

Constituyen propuestas educativas en el campo de la educación no formal. Se orientan a integrar y acercar los contextos científicos a los contextos escolares, a través de actividades desarrolladas en contacto con la naturaleza, capacitándose en proyectos científicos, acompañados de profesionales.

- Experiencias Exitosas

Actividades interpretativas de I+D que cuentan con reconocimiento académico, social y/o empresarial, tales como museos, exhibiciones, espacios de articulación universidad/ empresas, empresas innovadoras, vinculación con otras expresiones culturales.

Apoyo a otras iniciativas

El programa apoya y participa en la organización de diversas iniciativas de comunicación científica que tengan que ver con el intercambio de conocimiento científico-tecnológico como por ejemplo el Café Científico, las Olimpiadas de Ciencia, el Festival de Aprendizaje, entre otras. Se reciben y consideran propuestas de distintos grupos en una dirección de contacto.

4.b.2 Clubes de Ciencia en Uruguay

El relevamiento que se presenta a continuación está basado en información extraída del sitio web correspondiente⁴² y en información adicional obtenida en una entrevista telefónica con el responsable del programa en el MEC.

Los Clubes de Ciencia comienzan en Uruguay a partir de un impulso de UNESCO y ya cumplen 35 años de presencia en el país. Uruguay es el país de América Latina que mayor continuidad y tradición tiene con esta actividad.

Son impulsados por el Programa Cultura Científica de la Dirección de Educación del Ministerio de Educación y Cultura (MEC) y tienen el apoyo de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP).

⁴² <https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/tematica/clubes-ciencia>

Los Clubes de Ciencia en números⁴³:

Año	2011	2012	2016	2017	2018	2019
Cantidad de Clubes de Ciencias en todo el país	535	635	856	888	1024	1035
Integrantes directos de los Clubes de Ciencia	6784	7465	17500	24750	42077	56142
Localidades del país con Clubes de Ciencia	98	102	116	132	138	154
Clubes participantes en la Feria Nacional	153	167	192	181	200	215
Cálculo en base a datos publicados						
Integrantes por Club	12,7	11,8	20,4	27,9	41,1	54,2
Clubes por Localidad	5,5	6,2	7,4	6,7	7,4	6,7

La información relativa a cada uno de los Clubes de Ciencia que participan en la Feria Nacional (institución, categoría, tema, localidad, etc.) se pueden ver en los reportes de las Ferias Nacionales. Los reportes de los años 2009 al 2012 son más fáciles de revisar porque tienen índices donde se listan todos los clubes agrupados por categorías.

Preguntas frecuentes

¿Qué es un club de ciencias?

Es un escenario de educación no formal, en el que niños, jóvenes y adultos pueden potenciar sus ideas y su creatividad a través de una investigación. Lo integran un grupo de personas (niños, jóvenes o adultos) con una organización establecida que, orientados por una persona elegida por ellos, desarrollan actividades que contribuyan a la alfabetización científica y tecnológica del grupo y de la comunidad. El grupo selecciona un tema de investigación que posteriormente desarrollarán con la colaboración de su Orientador. Es aconsejable la elección de un tema vinculado a problemas de interés local o de los propios participantes.

¿Quiénes pueden participar?

Cualquier grupo de personas (niños, jóvenes y adultos) que quieran desarrollar y compartir una actividad de investigación científica. El grupo deberá elegir una persona para que los oriente en el trabajo.

¿Cómo puedo formar un club de ciencias?

Reuniendo un grupo de gente que comparta el interés o la inquietud por un tema determinado a investigar. El grupo necesitará un orientador, y un nombre. Luego deberán registrarse a través de la página web o con el gestor de su departamento.

¿Quién puede ser orientador?

Puede ser un docente, un miembro de la comunidad o cualquier otra persona que pueda guiar al grupo en el proceso. El Orientador es un adulto estrechamente vinculado con el Club de Ciencia, motivador y facilitador de las actividades, que acompaña a los jóvenes investigadores desde el comienzo de la investigación.

¿Cómo puedo registrar mi club?

⁴³ Extraído de reportes disponibles de la FERIA NACIONAL DE CLUBES DE CIENCIA de los años indicados.

El Club se puede registrar con el Gestor Departamental correspondiente o a través de la página web. Se deberá en ambos casos llenar un formulario de registro y, en el caso del registro web, esperar una confirmación por email.

¿Qué se necesita para participar de las actividades de Clubes de Ciencia?

Un grupo de gente con interés en algún tema a investigar, un orientador y estar registrado en la página web.

¿Cuánta gente puede participar de un Club de Ciencia?

El Club puede estar integrado por una sola persona, o por varias. No hay un límite de integrantes.

¿Cuántos integrantes de un Club de Ciencia pueden acreditarse en la Feria Departamental y Nacional?

Hasta dos integrantes y un orientador.

¿Cuáles son los temas de investigación?

El tema debe estar relacionado con alguna de las tres áreas: Científica, Tecnológica o Social. Para más detalles, ver el Reglamento de Ferias Estandarizadas de Clubes de Ciencia en la sección 'Material de Apoyo'.

¿Cuáles son las categorías?

Abejitas – Educación Inicial.

Colibrí – Educación Primaria Básica.

Cardenal – Educación Primaria Superior.

Churrinche – Educación Media Básica (1°, 2°, 3° ciclo básico) y Educación Media Rural (7°, 8°, 9°).

Chajá – Educación Media Superior (1°, 2°, 3° bachillerato).

Ñandú – Alumnos de formación terciaria hasta 29 años (estudiantes de formación docente, escuelas técnicas, universitarios, etc).

Tero – Mayores de 29 años o egresados de cualquier disciplina.

¿Qué hace un Club de Ciencias?

El Club se dedicará a idear y desarrollar un proyecto de investigación científica, tecnológica o social. Habrá diferentes instancias para mostrar dicho trabajo y compartir ideas con otros: Congresos Departamentales, Ferias Departamentales y Feria Nacional.

¿Qué son los Congresos Departamentales?

Son instancias donde se presentan los avances de la investigación entre Clubes de un departamento. Allí podrán compartir ideas, recibir información y tener una devolución para orientar y mejorar la calidad del trabajo en curso.

Todos los Clubes registrados pueden participar del Congreso de su departamento.

¿Qué son las Ferias Departamentales?

Son instancias donde los integrantes de los Clubes de Ciencia comparten los resultados y el proceso de la investigación en curso o finalizada con sus pares y la comunidad. El trabajo de cada Club es evaluado, por Categoría y Área, a través del informe de investigación escrito, la Carpeta de Campo, el stand y la presentación oral. Aquellos que obtienen la Mención Especial participan de la Feria Nacional. Se recomienda participar del Congreso Departamental para registrarse en la Feria Departamental.

¿Qué es la Feria Nacional?

Es una instancia anual que reúne a los Clubes de todo el país que obtienen la Mención Especial en la Feria Departamental correspondiente, en la cual socializan sus experiencias e intercambian con sus pares en un ambiente de solidaridad y camaradería. Un grupo de evaluadores juzgará los trabajos presentados en base al informe de investigación escrito, la Carpeta de Campo, el stand y la presentación oral. Ocasionalmente los ganadores podrán participar de Ferias Científicas Internacionales.

¿Cuándo son las ferias?

Las Ferias Departamentales se realizan entre agosto y setiembre, mientras que la instancia nacional se ejecuta en octubre de cada año.

¿Qué es la Carpeta de Campo?

Es un cuaderno (o carpeta) donde el Club de Ciencia registra cada paso que da en la investigación en orden cronológico. Comienza con la conformación del Club, la elección del nombre y la primera lluvia de ideas. Este es el único indicador que da muestra del proceso. Este documento no se pasa en limpio. Formando parte del mismo podrán presentarse en forma adjunta: fotografías, CD, encuestas, fichas de entrevistas, impresión de documentos de páginas web, DVD, etc.

¿Qué es el Informe de Investigación?

Es el instrumento escrito a través del cual el Club de Ciencia comunica los resultados de la investigación. En el Reglamento de Ferias se establece los lineamientos para su elaboración.

Documentación y materiales bibliográficos de referencia disponibles en la página web del MEC del Dpto. de Cultura Científica.

- “Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa”⁴⁴, Diego A. Golombek, 2008.
- “ESCRITURA EN CIENCIAS: CEREBRO Y MEMORIA”⁴⁵, Noel Federman y otros, Ministerio de Educación de la Nación (Argentina), 2012.

⁴⁴ Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa, Diego A. Golombek, 2008. Presentado en IV Foro Latinoamericano de Educación organizado por la Fundación Santillana, bajo el lema “Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades”.

⁴⁵ ESCRITURA EN CIENCIAS: CEREBRO Y MEMORIA, Autores: Noel Federman, María Gabriela Goio, Natalia Alejandra Navarro Becerra, Viviana Marisa Cuestas, Alejandra Eugenia Würschmidt. Buenos Aires, Ministerio de Educación de la Nación (Argentina), 2012.

- “Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual”⁴⁶, Eduardo Marino García Palacios y otros. Organización de Estados Iberoamericanos Para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Madrid, España, 2001.
- Clubes de Ciencia – Reglamento de Ferias Estandarizadas - 2018 MEC Uruguay
- Conceptos de Comunicación Científica para Clubes de Ciencia⁴⁷. MSc. Ana Vasquez Herrera, 2009.
- “CIENCIA, TECNOLOGÍA Y VALORES: EL PROCESO DE INCORPORACIÓN DE LOS VALORES EN EL ESTUDIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA EN CATALUÑA”⁴⁸ Roberto Méndez Stingl, 2008.
- Educación para la cultura científica ⁴⁹ , Revista Iberoamericana de Educación (monográfico) N.º 58, Enero-Abril 2012, Madrid / Buenos Aires, OEI.
- “MANUAL DE PRACTICAS DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA - BIOLOGIA VEGETAL” ⁵⁰ , Carmona, Tomás. 2007.
- “¿Qué es la ciencia? - Una visión evolutiva”⁵¹ Klaus Jaffe 2011
- Reportes de las Ferias Nacionales de Clubes de Ciencia de los años 2009, 2010, 2011, 2012, 2016, 2017, 2018 y 2019.

Resumen de entrevista telefónica a responsable⁵² del área a cargo de Los Clubes de Ciencia y de los Campamentos Científicos.

- ¿Cómo es la promoción de la actividad entre niños y jóvenes y en la comunidad en general?
 - Docentes/orientadores promueven la iniciativa con los jóvenes en sus ámbitos de interacción curricular.
 - Desde la organización central del MEC de los Clubes de Ciencia utilizan la comunicación vía “social media” intensamente (especialmente Facebook) para llegar a los jóvenes.
- ¿La formación de un Club es proactiva o reactiva al interés expreso de los participantes?
 - Generalmente la “chispa” inicial viene de algún promotor y no tanto de los participantes. En ocasiones, con jóvenes y mayores conocedores del sistema “Clubes de Ciencia”, se da un planteo nacido del interés de los participantes.

⁴⁶ Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual, Autores: Eduardo Marino García Palacios, Juan Carlos González Galbarte, José Antonio López Cerezo, José Luis Luján, Mariano Martín Gordillo, Carlos Osorio, Célida Valdés, Cuadernos de Iberoamérica, Organización de Estados Iberoamericanos Para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Madrid, España, 2001.

⁴⁷ Conceptos de Comunicación Científica para Clubes de Ciencia. MSc. Ana Vasquez Herrera, especialista en Comunicación Científica. Elaborado a partir del Taller Metropolitano para orientadores de Clubes de Ciencia llevado a cabo en Montevideo en abril de 2009.

⁴⁸ CIENCIA, TECNOLOGÍA Y VALORES: EL PROCESO DE INCORPORACIÓN DE LOS VALORES EN EL ESTUDIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA EN CATALUÑA. Tesis Doctoral presentada por: Roberto Méndez Stingl. Dirigida por: M^a Rosa Buxarrais Estrada (U. B.) i Eduard Aibar Puentes (U. O. C.), DEPARTAMENT DE TEORIA I HISTÒRIA DE L’ EDUCACIÓ UNIVERSITAT DE BARCELONA, NOVIEMBRE DE 2008.

⁴⁹ Educación para la cultura científica, Revista Iberoamericana de Educación (monográfico) N.º 58, Enero-Abril 2012, Madrid / Buenos Aires, OEI.

⁵⁰ MANUAL DE PRACTICAS DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA - BIOLOGIA VEGETAL, Carmona, Tomás, Universidad Veracruzana, Facultad de Biología, Carrera: Licenciatura en Biología, 2007.

⁵¹ ¿Qué es la ciencia? - Una visión evolutiva, Jaffe, Klaus 2011. Traducción: Manuel Bemporad

⁵² Gustavo Riestra, Biólogo, Educador en Ciencias, 19 julio 2021.

- ¿Cómo se vincula con la actividad curricular (si es que se vincula)?
 - Se vincula bastante, en realidad eso explica en buena medida la disponibilidad de orientadores docentes. Por el contexto se presta mejor a ser un complemento de la actividad curricular en el interior. En Montevideo el multiempleo docente en diferentes lugares hace más difícil que los docentes puedan llevar adelante el rol de orientadores en los horarios que no son los de la clase normal.
- Me sorprendió que en informe 2019 hay más de 1000 clubes en el país, pero solo participan en la feria nacional 215. ¿Cuántos participan de las ferias departamentales?
 - Sí, las ferias nacionales están limitadas por la capacidad manejable, entonces sólo participan los seleccionados de las ferias departamentales.
- ¿Hay alguna competencia internacional de Clubes de Ciencia?
 - Sí, dependiendo de los fondos que dispongan en cada año, ha habido instancias de competencias en EE.UU. y a los equipos uruguayos que han ido les ha ido muy bien.
- ¿Los clubes siguen más allá de un año? ¿Tienen algún mecanismo de permanencia?
 - Algunos clubes ocasionalmente se prolongan en el tiempo, pero en general el régimen está pensado con una modalidad tipo proyecto con principio y cierre final. Los que se prolongan en el tiempo son los docentes orientadores que vuelven a repetir otros clubes de ciencia con nuevos grupos.
- ¿Cómo es la trayectoria de los niños y jóvenes en los Clubes? ¿Pueden ir haciendo en años sucesivos diferentes proyectos?
 - Se aspira a que eso pase y para ello tienen las diferentes categorías a diferentes niveles de edades.
- ¿Cómo se consiguen los recursos de apoyo a los Clubes? ¿De qué fuente?
 - Son básicamente recursos del MEC, limitados. Es claro que los recursos que se usan son pocos, a los que se suman materiales y equipos “prestados” por los centros de enseñanza a los que se vinculan los clubes. Los docentes orientadores lo hacen a pura vocación sin retribución adicional.
- ¿Se han hecho seguimiento de los niños y jóvenes que pasaron por los Clubes?
 - Este seguimiento ha sido pensado ya desde hace mucho tiempo, pero aún no se ha hecho.
- ¿Vínculo con Olimpíadas de Matemáticas, Química y Física?
 - Buenas relaciones informales, pero nada más. Independientes.
- ¿Vínculos internacionales? ¿Modelo UNESCO u otro?
 - Uruguay es el único país Latinoamericano que siguió con la iniciativa original de UNESCO y por eso se ha transformado en un referente de los demás países. Docentes de Uruguay desarrollan en EE.UU. cursos de capacitación a nivel universitario en docencia de ciencias para los demás países de la región.
- Si hubiera que hacer una revisión y ajuste a los Clubes, ¿qué piensa que habría que hacer?
 - Tienen trabajos internos en el MEC donde se han hecho revisiones, pero no se informó de detalles concretos.

El potencial de crecimiento del rol de los Clubes de Ciencia es significativo y consideramos que en próximas etapas de este trabajo será necesario seguir profundizando en más detalles de su dinámica y en las mejores formas de apoyo para su máximo aprovechamiento.

4.c. Plan Ceibal

Es importante tener presente que el Plan Ceibal tiene una ubicación especial y única en el sistema educativo. Actualmente su Consejo Directivo está integrado por el Presidente del Plan Ceibal, el Ministro de Educación y Cultura, el Presidente de ANEP y un representante del MEF.

En la Rendición de Cuentas 2021 se modificaron los estatutos de Ceibal y se incluyó lo siguiente: “El Centro gestionará el programa para la Conectividad Educativa Informática Básica para el Aprendizaje en Línea, el cual constituye un proyecto educativo tendiente a promover la inclusión digital para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje y el acceso a la educación y a la cultura, y será la entidad referente en innovación educativa con tecnologías, debiendo gestionar los programas que el Poder Ejecutivo le asigne en cumplimiento del artículo 1º de la presente ley”. Esta cláusula formaliza un marco legal para muchas actividades de Ceibal y abre el camino para que pueda liderar proyectos futuros en STEM en coordinación con ANEP.

A continuación, se presenta un resumen del relevamiento de actividades llevadas adelante por el Plan Ceibal con especial foco en relación a la enseñanza STEM, según la información presentada en la página web⁵³ de la institución. Para cada plataforma se presenta además la información cuantificada de su uso, publicada por el mismo Plan Ceibal⁵⁴.

- PLATAFORMAS DE MATEMÁTICA
 - PAM. Plataforma adaptativa en línea para enseñar y aprender matemática con contenidos desde 3º de Educación Primaria hasta 3º de Educación Media.
 - MATIFIC. Se basa en una colección de más de 1.000 episodios y hojas de actividades. Disponible para estudiantes de Nivel Inicial hasta 6º de Primaria.
 - Información de uso de PAM y MATIFIC
 - 207.224 usuarios de plataformas al 31 de agosto de 2021.
 - 115.477 usuarios activos en las plataformas al 31 de agosto de 2021.
 - Más de 11 millones de actividades finalizadas en la plataforma PAM y más de 4.6 millones de episodios en Matific al 31 de agosto 2021.

- PLATAFORMA CREA
 - Herramienta de comunicación y gestión de cursos que, a la manera de una red social, conecta a docentes con sus estudiantes y a docentes entre sí.
 - Información de uso:
 - 784.383 usuarios al 31 de agosto de 2021.
 - 610.515 usuarios activos al 31 de agosto de 2021.
 - Más de 34 millones de comentarios publicados por estudiantes y docentes al 31 de agosto de 2021.

⁵³ <https://www.ceibal.edu.uy/es>

⁵⁴ <https://www.ceibal.edu.uy/es/articulo/ceibal-en-cifras>

- Más de 30 millones de entregas realizadas por estudiantes a través de la plataforma al 31 de agosto de 2021.

- BIBLIOTECA PAÍS
 - Versión digital de la cultura de biblioteca, con libros que se piden en préstamo, se descargan o se leen en línea.
 - Los textos de estudio son gratuitos, así como los libros de lectura, y están disponibles para todos los estudiantes (de educación pública y privada).
 - Información de uso:
 - 138.073 usuarios al 31 de agosto de 2021.
 - Más de 413.000 préstamos, descargas y visualizaciones realizados en la plataforma al 31 de agosto de 2021.
 - Durante el mes de agosto participaron 202 docentes en las instancias de Formación. Al 31 de agosto de 2021, el acumulado anual de docentes que se han involucrado en estas instancias es de 2.773.

- CEIBAL EN INGLÉS
 - Ceibal en Inglés se consolidó como un programa permanente de enseñanza de inglés en Educación Primaria, Media y UTU.
 - El equipo de Ceibal en Inglés acompaña la implementación del programa con una red de mentores y técnicos que apoya a los centros educativos en cada paso del proceso.
 - Remoto y Presencial: Un sistema de videoconferencia referente y más de 150 teaching points hacen posible una experiencia cercana en tiempo real.
 - Inclusivo: El programa trasciende las fronteras para promover el intercambio cultural entre estudiantes de cualquier punto del país y profesores nativos.

- ARTISTAS EN EL AULA Y CIENTÍFICOS EN EL AULA
 - Ciclos de intercambio por videoconferencia que lleva a la clase a profesionales de las artes y las ciencias a lo largo de todo el año.
 - “Científicos en el aula” se propone contribuir a la difusión de la actividad científica en Uruguay y posibilitar el intercambio entre jóvenes estudiantes y científicos/as uruguayos/as. Se realiza en coordinación con el Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA) en dos ciclos, uno para Educación Media y otro para Primaria. Los talleres comienzan con una videoconferencia y se continúan con material complementario previo y posterior, que los y las docentes trabajan con sus estudiantes en la plataforma CREA. Esta se constituye también como un espacio de encuentro e intercambio entre participantes (docentes, estudiantes y artistas o científicos/as); desarrolla y enriquece la experiencia de taller.

- PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

- Pensamiento computacional es un concepto que se entiende como una manera de pensar que no se restringe al código, la programación y la computadora, sino como un sistema para aprender a pensar de manera distinta y complementaria.
- Trabaja sobre habilidades como la capacidad de abstracción, de encontrar patrones, de ordenar de manera operativa y de identificar los componentes de un problema; habilidades que no están necesariamente vinculadas con una computadora y pueden aplicarse a diversas situaciones.
- El Pensamiento Computacional se entiende como una manera de razonar. Es una forma de resolución de problemas desde la lógica de la programación. Los y las estudiantes aprenden razonamiento lógico, pensamiento algorítmico, a representar la información en distintos formatos y técnicas de resolución de problemas, así como a expresar sus ideas, creatividad y habilidades de diseño. La propuesta integra también las áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática), para el aprendizaje basado en proyectos y trabajo con material concreto.
- A partir de la introducción al uso de herramientas de las ciencias de la computación, en un sentido amplio, se busca experimentar con nuevos acercamientos a la resolución de problemas, que aprovechen el potencial del pensamiento computacional para usar y crear la tecnología.
- PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EL AULA
 - Primaria

Actualmente, en Primaria se trabaja con grupos de 4º a 6º año.

El diseño del programa involucra a un docente de enseñanza remota o tallerista y a un docente de aula, quienes en conjunto llevan adelante una propuesta pedagógica que integra tanto contenidos curriculares como contenidos específicos de pensamiento computacional, así como los intereses del grupo de estudiantes.

El programa consiste en un ciclo semanal de una clase de 45 minutos en la que se desarrolla la propuesta.
 - Educación Media

Actualmente, se desarrolla un plan piloto en Educación Media (Secundaria y UTU), del que participan estudiantes de 1er año de Ciclo Básico junto con su docente de Matemática.

En el piloto denominado “PC + MAT”, trabajan de manera conjunta los proyectos de Plan Ceibal de Matemática y Pensamiento Computacional. Cada docente de Matemática está a cargo de llevar adelante la propuesta, organizada en temporadas y episodios.

El proyecto se basa en la apropiación y resolución de actividades de matemática integradas con pensamiento computacional, especialmente en el área de la programación.
- Información de uso
 - Al 3 de setiembre de 2021, 1.768 grupos de 4º, 5º y 6º de Primaria trabajando en 2021, alcanzando a más de 34.500 estudiantes.

○ **Desafío Bebras**⁵⁵

El desafío Bebras es una iniciativa internacional que promueve la Informática y el Pensamiento Computacional. Es, además, una gran oportunidad para involucrar a estudiantes en la resolución de problemas, promover la colaboración, la creatividad y el pensamiento crítico en clase. Una vez al año se realiza este desafío, en el que estudiantes de más de 50 países del mundo trabajan en la resolución de problemas.

La iniciativa surge en Lituania, en 2004, en la Universidad de Vilnius y hoy es apoyada por universidades y organizaciones educativas de distintas partes del mundo. En 2019, cerca de 3.000.000 de estudiantes participaron de este desafío. En 2020, Uruguay, a través de Plan Ceibal, participó por primera vez (alrededor de 4.000 estudiantes participaron).

El desafío se realiza la segunda semana de noviembre y tiene una duración de 45 minutos. Estudiantes y docentes se preparan durante algunas semanas incorporando el trabajo dentro de sus actividades curriculares. Se busca promover habilidades para la resolución de problemas y pensamiento computacional, que incluyen habilidades para descomponer un problema en partes abordables, diseño algorítmico, reconocimiento de patrones, generalización y abstracción.

Participantes

Estudiantes de 3° de Primaria a 3° de Educación Media Básica, en tres categorías diferentes según su edad:

- Benjamines (8 a 10 años)
- Castores (11 a 12 años)
- Cadetes (13 años o más)

Desarrollo del desafío

Entre el 25 de octubre y el 12 de noviembre, cada estudiante podrá completar el desafío en clase, de forma individual en la plataforma SEA (Sistema de Evaluación de Aprendizajes).

Etapa de preparación

Entre el 4 y el 25 de octubre, a través de un grupo de la plataforma CREA, cada docente podrá prepararse junto a sus estudiantes con materiales, propuestas de ejercicios y problemas para trabajar en clase. Además, el equipo de Pensamiento Computacional de Plan Ceibal estará a disposición para resolver dudas y preguntas durante todo el proceso.

- Información de uso:
Más de 30.000 niños participaron de la prueba internacional BEBRAS en 2021.

- RED GLOBAL DE APRENDIZAJE

⁵⁵ <https://www.bebbras.org/>

- La Red Global de Aprendizajes es una iniciativa de colaboración internacional que busca integrar nuevas formas de enseñar y aprender en instituciones educativas de diferentes partes del mundo, a través de un marco común de acciones e investigación.
 - El objetivo es impulsar, sistematizar y evaluar un conjunto de prácticas educativas que tiendan al “Aprendizaje profundo” y al desarrollo de “competencias transversales” para la vida. La Alianza Global NPD (New Pedagogies for Deep Learning) fue propuesta y convocada por el pedagogo Michael Fullan. La Administración Nacional de Educación Pública (ANEP) y el Plan Ceibal fueron invitados a participar junto con otros seis países: Australia, Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Holanda y Nueva Zelanda.
 - La Red Global se basa en el entendimiento de que ningún país, sector u organización tiene todas las respuestas. Más bien, se trata del desarrollo de capacidades en forma colectiva para determinar, aplicar y medir enfoques nuevos e innovadores para el aprendizaje.
 - En la Red Global de Aprendizajes la tecnología tiene un rol central como forma de ampliar significativamente el acceso a la información y acelerar los resultados pedagógicos.
 - La Red no proporciona a las/os docentes un modelo de enseñanza, sino una metodología de análisis y evaluación de las prácticas que cada institución desarrolla, para que puedan mejorarlas, ampliarlas y enriquecerlas con su propia reflexión.
 - La red impulsa el trabajo en competencias basadas en las 6C: Trabajo Colaborativo, Comunicación, Ciudadanía, Pensamiento Crítico, Creatividad y Carácter. Impulsa también la enseñanza en base a proyectos y resolución de problemas de la vida real.
 - Los miembros de la Red se reúnen periódicamente para compartir conocimiento y experiencias, reflexionar y coordinar actividades. Enlace (Encuentro Nacional de Laboratorios de Aprendizaje para el Cambio Educativo) es el nombre de estos encuentros de los que participan delegaciones –formadas por docentes, equipos de dirección, inspectoras/es, referentes– de todos los centros educativos participantes del proyecto.
 - En Uruguay, la Red está integrada por 755 centros educativos de todos los subsistemas de la ANEP: Primaria, Secundaria, UTU y Formación Docente.
 - Información de uso:
 - 1.010 docentes participaron de los ENLACEs focales en modalidad virtual realizados en abril-agosto de 2021.
 - 899 docentes evaluaron a sus estudiantes con "Progresiones de aprendizaje" propuestas por la Red al cierre de agosto de 2021.
 - 19.238 estudiantes recibieron valoración en alguna dimensión de las seis competencias al cierre de agosto de 2021.
- PROYECTOS STEM: Robótica y programación hacia un abordaje de la ciencia activo y creativo.
 - MICRO:BIT
 - Es una pequeña placa programable que permite a estudiantes con poco o ningún conocimiento sobre programación crear sus propios proyectos.
 - MakeCode es la plataforma desde la que se pueden programar los microbit y a través de la plataforma CREA el estudiante se puede integrar a la comunidad

MICRO:BIT de Uruguay, conocer otros proyectos en curso y tener apoyo de los tutores.

- Información de uso:
Desde el inicio en el año 2018 a la actualidad se han entregado/asignado 83.939 placas.

○ CEILAB

Espacios instalados en los centros educativos y equipados a la manera de un “makespace” para el trabajo en proyectos con tecnologías digitales. Actualmente hay 68 CEILABs instalados.

Algunas tecnologías disponibles en el CEILAB:

- Impresoras 3D
- Drones
- Sensores fisicoquímicos
- Placas programables (micro:bit, Makey Makey, GoGo, Arduino)

○ ROBÓTICA

Se han repartido kits de robótica (más de 3500) en los centros educativos para que trabajen con ellos los docentes.

Se realizan cursos de robótica, competencias nacionales (olimpiadas) con participación de Primaria, Secundaria y UTU. Los ganadores participan en competencias internacionales de robótica⁵⁶.

De este ámbito surgió la película documental “Soñar Robots”⁵⁷, dirigida por Pablo Casacuberta que se ha exhibido en salas de Montevideo y diversos departamentos. El documental está basado en las experiencias de 12 adolescentes que viven en el medio del campo o en pequeños centros urbanos y realizan proyectos científicos que ayuden a su comunidad.

Se destaca el impacto de la comunidad y los docentes, la interacción constructiva, la superación de errores y fracasos, el hábito del entorno virtual que expande el mundo personal y la evidencia de adolescentes que son fuente de ideas valiosas.

Su director indica que “En general cuando uno piensa en Uruguay, no piensa en robots. Sin embargo, la proporción de robots destinados al aprendizaje infantil, juvenil y adolescente en Uruguay es altísima en relación a su demografía. Es un elemento que nos constituye, pero todavía no terminó de formar parte en el imaginario del público de lo que es su identidad”.

• JÓVENES A PROGRAMAR (JAP)

- JAP capacita a jóvenes en programación o testing con el fin de despertar su interés en la tecnología. Fortalece la empleabilidad de los jóvenes en el sector de las TIC.
- JAP es un proyecto público-privado que cuenta con la participación de la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI), el Laboratorio de Innovación del grupo BID (BID Lab), el Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional (INEFOP) y las principales empresas tecnológicas instaladas en Uruguay, como

⁵⁶ <https://www.ceibal.edu.uy/es/articulo/todos-los-equipos-ganadores-de-la-olimpiada-de-robotica-programacion-y-videojuegos-2021>

⁵⁷ <https://cinemateca.org.uy/peliculas/1266> Uruguay, 2021

Genexus, Bantotal, IBM, Globant, Tata Consultancy Services, Microsoft, Mercado Libre, entre otras.

- El proyecto está dirigido a jóvenes de todo el país de entre 18 y 30 años, con ciclo básico de Educación Media (3o de liceo o UTU) aprobado. La participación en los cursos de nivel inicial no exige conocimientos previos de programación o testing. Se accede al programa mediante prueba de ingreso.
- PILARES DE FORMACIÓN EN JAP
 - Capacitación técnica (programación o testing).
 - Capacitación en competencias transversales (trabajo en equipo, autorregulación, determinación, etc.)
 - Capacitación en inglés.

4.d. ANEP

La Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), a través de la Dirección de Derechos Humanos del CODICEN, está trabajando en la concreción de un Plan integral para la promoción de la accesibilidad de niñas y adolescentes a las formaciones en ciencia y tecnología.⁵⁸

El trabajo se recoge en la publicación **“Plan integral para la promoción de la accesibilidad de niñas y adolescentes a las formaciones en ciencia y tecnología”**.⁵⁹

Aunque aún se sigue trabajando en el desarrollo del plan, sus líneas principales son las que se detallan a continuación:

El **objetivo general** buscado es promover la inclusión con equidad de las niñas y adolescentes en la formación en las áreas STEM en el sistema educativo, identificando y trabajando sobre las causas que provocan la situación de desigualdad en la formación entre mujeres y varones vinculada a STEM.

Los **objetivos específicos** planteados son los siguientes:

- Estimular a niñas y adolescentes y sus familias a la elección de la orientación STEM, en todos los niveles del sistema educativo.
- Fortalecer la formación de docentes, y especialmente de aquellos/as vinculados a las áreas STEM, desde una perspectiva de género.
- Promover líneas de investigación en relación con las carreras STEM que involucren la formación y las experiencias de vida de niñas y adolescentes.
- Visibilizar las barreras que afrontan las niñas y adolescentes en la trayectoria educativa en ciencia y tecnología.
- Articular en forma participativa las acciones involucradas en el plan, con los Consejos desconcentrados de la ANEP.

⁵⁸ <https://www.anep.edu.uy/noticias-ddhh/promoci-n-accesibilidad-ni-y-adolescentes-en-ciencia-y-tecnolog>

⁵⁹ https://eurosocial.eu/wp-content/uploads/2021/02/Plan-Integral-Accesibilidad-STEM_-ANEP_-2019.pdf

- Reflexionar sobre las dinámicas pedagógicas cotidianas.
- Generar sinergias entre los diferentes organismos del Estado vinculados a la educación y a la equidad de género.
- Tejer redes de apoyo con la Cooperación Internacional.

Las **líneas estratégicas de actuación** son:

Líneas generales:

- Garantizar el derecho a la educación:
- Acceso igualitario a las áreas STEM y a las TICs.
- Igualdad de oportunidades en el proceso de acceso, permanencia y egreso en el sistema educativo.
- Transversalización del enfoque de género en el sistema educativo.
- Participación intersectorial como soporte para la mejora de la educación.

Líneas específicas:

- Visibilizar las barreras que afrontan las niñas y adolescentes en el acceso a la opción Ciencia y Tecnología.
- Estímulo a las niñas y adolescentes para optar por las áreas STEM.
- Promoción de actividades extracurriculares en Ciencia y Tecnología.
- Implementación de un lenguaje no sexista en la oferta educativa en Ciencia y Tecnología.
- Atención a la formación de docentes en equidad de género, especialmente en áreas STEM.
- Comunicación y difusión de estas líneas y acciones a desarrollar en la comunidad educativa.

Luego el plan detalla las líneas de acción propuestas abiertas por cada objetivo específico de los arriba indicados y para cada uno de los siguientes organismos de la enseñanza: CODICEN y cada uno de los Consejos de la ANEP (CEIP, CES, CETP, CFE).

Consideramos que es muy valioso que la ANEP haya abordado el tema STEM. Más allá de que en esta primera etapa se haya hecho un plan basado en un objetivo de inclusión equitativa acotado a la perspectiva de género, la gran mayoría de las estrategias y líneas de acción para promover entre jóvenes el interés y el acceso al ámbito STEM son válidas, independientemente del género, por lo que este plan es un punto de partida muy útil que perfectamente puede trabajarse para ampliar su alcance.

4.e. Olimpíadas de ciencias

Olimpíadas de matemática

La primer Olimpíada de Matemática en Uruguay se desarrolló en versión Iberoamericana a comienzos de la década de 1980. Hasta 1991 aproximadamente las coordinaba el MEC; posteriormente, el MEC desistió de la actividad, que fue tomada por un grupo de docentes que crearon la “Com-partida de Matemática”.

Desde hace 3 años esta organización es una Fundación, “Olimpiadas Nacionales de Matemática”, aunque el nombre que todo el mundo sigue usando es la “Com-partida de Matemática” para la organización.

Intervienen anualmente unos 20.000 niños y jóvenes. Hay 8 categorías según lo que está cursando el participante:

4º escolar, 5º escolar, 6º escolar
1º liceal, 2º + 3º liceal, 4º + 5º liceal, 6º liceal

En las finales de 6º escolar participan unos 120 niños, y en las de 6º liceal unos 30-35 jóvenes. Hay un “embudo” de la cantidad de participantes desde los inferiores hacia los superiores.

Las Olimpiadas consisten en ejercicios desafiantes, y se desarrollan en 4 etapas.

1. Se realiza en cada institución participante, escuela o liceo. Los alumnos que deseen se inscriben en la página, y el día de la prueba se envía a la institución; los alumnos la realizan y es corregida en la institución. Los mejores, a juicio de los docentes participantes, pasan a la siguiente etapa.
2. Exactamente igual a la anterior, pero con los que pasaron la etapa anterior.
3. En setiembre, se realiza otra etapa donde el alumno sigue en su institución, pero ahora se corrige centralmente, decidiendo los que pasan a la 4ª. Etapa.
4. La final nacional: para los niveles de Primaria se realiza en noviembre, con unos 250 participantes, y para los de secundaria en octubre, con una cantidad similar.

Hay premios para los ganadores, p.ej. ORT otorga una beca de 100% al ganador para sus carreras de Ingeniería.

Los tres primeros puestos de cada nivel en la final nacional pasan a participar en las etapas internacionales. Estas son la Sudamericana, Iberoamericana y Mundial, que se realizan respectivamente en marzo, abril y mayo.

La Olimpiada no es el único concurso – está por ejemplo el Canguro Matemático⁶⁰ donde muchos participantes de la Olimpiada también intervienen.

Muchos ganadores y participantes en la Olimpiada han continuado una carrera académica internacional: hay casos en Harvard, en Google, en Canadá. Existe una red de exparticipantes, incluso un web de ex-olímpicos para olímpicos, donde apoyan a nuevos participantes.

La Com-partida hace otras actividades además de la olimpiada – p. ej. organizan charlas de alumnos de 5º y 6º de liceo para 6º escolar, talleres, etc.

Toda la organización es honoraria y voluntaria. Hay escuelas y liceos participando en los 19 departamentos, varios cientos, con un coordinador en cada escuela. Hay más de 200 docentes inscriptos como coordinadores, que interactúan con otros docentes en cada una de sus instituciones.

Se han reunido con Robert Silva (ANEP) y con Gonzalo Baroni (MEC); ambas instituciones

⁶⁰ Canguro Matemático, <https://ebinaria.com/index.php/canguro-matematico-2021/>

apoyan la Olimpiada ofreciendo los locales de ANEP y facilitando lo que corresponda.

Olimpiadas de Física

Tiene 2 niveles, ambos en Secundaria: Preparatoria (4º y 5º) y Clasificatoria (6º).

La clasificatoria selecciona para la Olimpiada Iberoamericana, que son dos días de competencia de pruebas teóricas (ejercicios) y experimentales, dentro de una semana que incluye visitas y actividades sociales entre los participantes.

Lleva 20 años ejecutándose en continuidad, en 2020 no se pudieron hacer los viajes.

Para ambos niveles la estructura es similar. Se hacen 1 o 2 etapas virtuales, para captar participantes, y para filtrar a los que realmente tienen interés. Esos van a la etapa presencial, que es la final.

La presencial se hace en general en Facultad de Ciencias de UdelaR, pero se ha realizado en otros lugares (p.ej. en el interior).

Tiene una parte teórica y otra experimental. La teórica son ejercicios, que se pueden ver en el web⁶¹. La experimental es más bien de ingenio y tiene temas de circuitos, fluidos, mecánica y óptica; depende de lo que esté disponible en el lugar donde se realiza.

En la etapa final (para cada categoría) hay entre 12 y 20 participantes; se determina la cantidad según la capacidad disponible, especialmente para la parte experimental. De las etapas virtuales, se establece un ranking y se seleccionan los participantes de la etapa final. La organización es de voluntarios (de la Sociedad Uruguaya de Física), con apoyo de la facultad de Ciencias de UdelaR y del Pedeciba, que contribuye p. ej. con pasajes para los participantes del interior, la comida en la etapa final, etc. También contribuyen de distintas maneras el MEC, ANEP y LATU.

Se presentan unos 100 participantes en total (el máximo fue 100 en cada categoría). En general, participan más los liceos privados en Montevideo, y más los públicos en el interior. Los organizadores invitan a todos los liceos por medio de la Inspección de Física de ANEP y de la Asociación de Profesores de Física. Se suman los profesores que se interesan; la primera llegada es al docente. Hay unos 30 docentes que colaboran con la Olimpiada.

Olimpiadas de Astronomía⁶²

Son apoyadas por la Sociedad Uruguaya de Astronomía y en el año 2021 van en la 13ª edición de la actividad.

Se dirige a alumnos de 5º de secundaria (donde existe la materia), pero se comienza a reclutar participantes ya en 4º. En agosto-setiembre visitan a los profesores de astronomía, y se realizan dos pruebas a fin de año (en setiembre y noviembre).

⁶¹ <http://olimp-fisica.blogspot.com/>

⁶² <http://olimp-astro.blogspot.com/>

Son pruebas virtuales que convocan y reclutan alumnos para participar el año siguiente cuando estén en 5º. En 5º se los contacta con el apoyo de los profesores, y se hace un cursillo de preparación. Hay una Olimpiada latinoamericana de Astronomía y Astronáutica, bianual.

La inspección de Astronomía de ANEP apoyaba esta Olimpiada, usando la prueba como un parcial, como parte de la evaluación del curso. Actualmente no lo hace y se funciona más o menos como la olimpiada de Física, con similar número de participantes. Llega también a través de los docentes, que conocen la Olimpiada.

Llegó a tener 2000 participantes (cuando se usaba como prueba de evaluación); históricamente hay mayor participación de liceos públicos que de privados.

Según los referentes consultados, no es común que los programas de Secundaria en otros países tengan materias de Astronomía. En Uruguay existe una tradición porque se enseñaba Cosmografía (en el plan 1941) y luego Astronomía en planes posteriores.

Olimpiadas de Química⁶³

El Programa Olimpiada Uruguay de Química (POUQ) es una actividad que la Facultad de Química gestiona desde el año 2009. Está dirigida a alumnos de educación media, tanto de Secundaria como del Instituto Técnico Superior (ITS-UTU).

La Olimpiada Uruguay de Química se inicia en el año 1997 por la Fundación Olimpiada Uruguay de Química, pero desde el año 2009, con la autorización y apoyo del Consejo de Educación Secundaria (CES) y la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), pasa a ser gestionada íntegramente por la Facultad de Química de la UdelaR.

El POUQ realiza cada año una convocatoria a nivel nacional, para participar en la Olimpiada Departamental, que es clasificatoria para la Olimpiada Nacional de Química.

La Olimpiada Departamental se realiza en forma simultánea en cada uno de los departamentos del país en el mes de agosto. Pueden participar de ella todos los estudiantes de educación media, de cualquier institución.

En la Olimpiada Departamental existen tres niveles de participación:

Nivel 1 - Para estudiantes de hasta cuarto año de secundaria o equivalente en otros institutos de enseñanza media.

Nivel 2 - Para estudiantes de quinto año de secundaria o equivalente en otros institutos de enseñanza media.

Nivel 3 - Para estudiantes de sexto año de secundaria o equivalente en otros institutos de enseñanza media.

La prueba departamental comprende solamente una prueba teórica en base a los temarios vigentes. La prueba es propuesta por el Comité Científico de POUQ y se toma en forma simultánea en cada uno de los departamentos del país a través de los Coordinadores Departamentales del Programa.

Los participantes clasificados acceden a la Olimpiada Nacional de Química que se realiza cada año en Montevideo, en las instalaciones de Facultad de Química, en el mes de diciembre. Participan de ella todos los estudiantes clasificados en la instancia departamental del mismo año.

Existen los mismos tres niveles de participación definidos en la Olimpiada Departamental, en modalidades que se diferencian:

Nivel 1 - Consiste solamente en prueba teórica.

Niveles 2 y 3 - Consiste en una prueba teórica y una prueba experimental.

Al final de la jornada se entregan las medallas y las menciones especiales a los estudiantes con las mejores pruebas.

Habitualmente participan 250-300 estudiantes en la competencia departamental y clasifican 120-140 a la nacional.

Esta competencia nacional permite a su vez seleccionar a quienes competirán en las instancias internacionales del siguiente año: Olimpiada Iberoamericana de Química y Olimpiada Internacional de Química. Cada una admite hasta cuatro estudiantes no universitarios de cada país iberoamericano o del mundo, respectivamente.

En ambas competencias hay un único nivel de participación y constan de una prueba teórica y una experimental. El POUQ se encarga de la preparación y acompañamiento de los ocho estudiantes seleccionados.

Uruguay participa en forma ininterrumpida desde 1998 en la Iberoamericana y desde 1999 en la Internacional, habiendo cosechado medallas y menciones en muchos de estos eventos.

4.f. Instituciones de enseñanza que aplican métodos innovadores

4.f.1. Instituciones de enseñanza vinculadas con Alemania

4.f.1.a. Posibilidades en Alemania con eventual proyección en nuestro país

Se realizó el 15 de setiembre 2021 una reunión a distancia con la encargada de asuntos culturales de la Embajada, Sra. Annette Uppenkamp, quién convocó a la misma a la Lectora del DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst: Servicio Alemán de Intercambio Académico) adjunta a la Embajada, la Prof. Ulrike Doil. La reunión versó sobre todo acerca de lo que ofrece Alemania en su territorio, y que eventualmente puede servir de inspiración para acciones en nuestro medio, sobre todo a nivel de instituciones educativas alemanas.

Las disciplinas STEM se conocen en Alemania bajo el acrónimo "MINT", por Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften y Technik (Matemáticas, Informática, Ciencias naturales y Técnica).

Existen en Alemania:

- Olimpiadas científicas. Se llevan a cabo en cada *Bundesland* (territorio federal), y existen de dos tipos: institucionales y obligatorias, o bien voluntarias (pero que son muy convenientes para las instituciones, que adquieren así mayor reconocimiento).
- Competencias científicas a nivel nacional.
- Programa de competencias "Jugend forscht"⁶⁴ (Juventud investiga). Este programa, desde hace poco, es accesible también para jóvenes desde el exterior.
- "Arbeitsgemeinschaften" (Sociedades de trabajo), que organizan las instituciones durante las vacaciones para los mejores alumnos.
- Canales de TV y de Internet para formación de niños y jóvenes en variados campos.

- Proyectos entre ciudades y entre liceos. Este formato también es accesible para jóvenes desde el exterior.

Aparte de lo señalado, existe una organización denominada “Alumniportal”⁶⁵ (a la cual pertenece el programa “Jugend forscht”), que ofrece oportunidades accesibles para exalumnos de los múltiples liceos alemanes reconocidos en todo el mundo.

4.f.1.b. El Colegio Alemán de Montevideo

El día 7 de octubre se realizó una reunión a distancia con una autoridad docente de la institución, la Prof. Paola Noguera (profesora de matemática y especialista en tecnología educativa en el Colegio y Liceo Alemán).

La Prof. Noguera informa que el Colegio tiene el tema de la enseñanza STEM en agenda desde 2019. El día 1° de octubre 2021 tuvieron a su cargo la ejecución del “Primer Congreso de Innovación Educativa”, que fue muy exitoso.

El Colegio está teniendo muy en cuenta los “Siete pasos hacia la construcción de la mediación tecnológica”, entre los que destacan las competencias necesarias en el ámbito del siglo XXI, la formación de los docentes y los recursos requeridos (edilicios y tecnológicos, entre otros). Cuentan con “salones STEM” y apuntan al concepto de “un estudiante – una laptop”. La Prof. está involucrada actualmente en la preparación de dos niñas de 9 años para competir en las Olimpíadas de Robótica. Entre las referencias utilizadas en el trabajo del Colegio a nivel de STEM se destacan las recomendaciones provenientes de Alemania.

Señala que en esta área hay que comenzar el trabajo en el nivel escolar, e incluso se podría pensar en el pre-escolar. A nivel de escuela se está trabajando en “pensamiento computacional” desde el 5° y 6° año, apuntando a poder comenzar antes. Informa sobre una herramienta usada que es el Campeonato BEBRAS, del Plan Ceibal⁶⁶, que se instrumenta a partir del tercer año de primaria.

Quedan planteados otros aspectos:

- La importancia de la formación “fuera del salón de clase” para brindar la posibilidad de elección personal, más allá de la obligatoriedad de ciertos contenidos.
- La posibilidad de integración internacional, en el ámbito de encuentros.
- La necesidad de mejorar no solo el aprendizaje de técnicas, sino la capacidad de discernir cuándo y cómo utilizarlas.

4.f.2 Instituciones de enseñanza que aplican métodos innovadores para la enseñanza en contextos desfavorables (situaciones vulnerables)

Se debe señalar que en este capítulo el relevamiento recogió aspectos generales de los métodos utilizados sin restringirse sólo a los que fueran aplicados a la enseñanza STEM. La información fue recabada en instituciones visitadas y en base a información de su web. Se marca con (*) las instituciones que fueron visitadas.

⁶⁵ <https://www.alumniportal-deutschland.org/>

⁶⁶ <https://www.ceibal.edu.uy/bebras>

A. Nivel Primaria

A. 1 Colegios:

Colegio Obra Banneux (*), uno de cinco instituciones apoyadas por la Fundación Niños con Alas

Colegio Los Rosales (*)

A. 2 Clubes de niños (de su escuela en contra turno o niños del barrio) en:

Colegio Obra Banneux (*)

Colegio Los Pinos (*)

Colegio Los Rosales (*)

B. Nivel Secundaria

B. 1 Liceo Técnico, Fundación Los Pinos, católico. (1º a 4º) y Centro Juvenil en los Pinos, de apoyo liceal y talleres (*)

B. 2 Apoyo liceal, (en 5 colegios católicos y en 1 laico con apoyo de la Fundación Niños con Alas)

de 1º a 6º en Obra Banneux (*) y Federico Ozanam y

de 1º a 3º en Don Bosco.

B. 3 Bachillerato tecnológico Anima (4º, 5º y 6º).

Sistema de Formación Dual: estudio y trabajo.

B. 4 Liceo Jubilar católico (1ro, 2do y 3er año de liceo) en horario extendido.

Después de egresar: Espacio de acompañamiento y permanencia por las tardes y Centro de Referencia y Oportunidades para estudiar bachilleratos, facultades y apoyo laboral

B. 5 Liceo Impulso, laico, de gestión privada y acceso gratuito.

Clases en horario extendido. Ciclo básico y bachillerato (1ºa 6º) más Bachillerato Tecnológico en Informática con 4º, 5º y 6º.

• **Fundación Niños con Alas**

Apoyan a 5 colegios, (6 años de primaria – todos habilitados) en distintos barrios de contextos vulnerables en Montevideo:

- COLEGIO OBRA BANNEAUX (CATÓLICO) - Barrio Casavalle
- OBRA SOCIAL Y EDUCATIVA DON BOSCO (CATÓLICO) - Villa García
- COLEGIO JESÚS ISASO (LAICO) - Cerro Norte, Ex Frigorífico Artigas
- COLEGIO FEDERICO OZANAM (CATÓLICO) - Villa Española
- COLEGIO NUESTRA SEÑORA DE MONTSERRAT (CATÓLICO) - Barrio Tres Ombúes

Tienen programas extracurriculares para mejorar la enseñanza STEM:

- Matemáticas método Singapur en 4 Colegios (Obra Banneux, Federico Ozanam, Don Bosco y Montserrat)
- Clubes de niños en contra turno. INAU proporciona los docentes en 3 centros (Obra Banneux, Jesús Isaso y Federico Ozanam).
- Apoyo a liceales (ex alumnos de primaria y los del barrio)
Proyecto de estudios vigilados: de 1º a 6º en Banneux (*) y Federico Ozanam y de

1º a 3º en Don Bosco.

Los alumnos piden especial apoyo en matemáticas, física y química, muchas veces por problemas de los docentes de Enseñanza Secundaria. Según explican es porque hay pocos docentes de esas asignaturas y no tienen estímulo para elegir enseñar en ese barrio.

- Aprendizaje de informática: Fundación Telefónica en Obra Banneux (Otros Centros en el país) salón equipado con computadoras individuales para los alumnos (antes de la pandemia, también para los niños del barrio). Docentes sustentados por la Fundación.
- Becas maestro. Las otorgan a los maestros de Niños con Alas en la Universidad Católica, con un descuento especial para docentes de colegios de AUDEC en contextos desfavorables. Diploma de perfeccionamiento o postgrado en distintas áreas como: Gestión educativa, Orientación educativa, Dificultades de aprendizaje, Curriculum, Evaluación.

- **Liceo Técnico Los Pinos**

En el mismo se procura aplicar el método de enseñanza finlandés adaptado a las condiciones del Uruguay:

- En trabajo en equipo
- En base a Proyectos
- Algunos vinculados al pensamiento en STEAM (se agrega la A de arte a STEM)
- En cada área, los profesores referentes de cada asignatura del liceo desarrollan productos intermedios de manera interdisciplinaria para llegar al producto final

Se presenta a continuación a modo de ejemplo cómo este enfoque se aplica a un proyecto realizado con éxito por los grupos de jóvenes en los últimos años:

Proyecto de lanzamiento de cohete de estudio meteorológico y medioambiental

Objetivos Generales

1. Acercar a los alumnos a los aspectos centrales vinculados a la meteorología, diseño y modelado 3D, programación y desarrollo con Arduino en un curso que proporciona una visión completa del ecosistema del Internet de las Cosas (IoT).
2. Desarrollar dispositivos con capacidad para relevar datos atmosféricos para las centrales meteorológicas y abordar temáticas sobre el cuidado del medio ambiente.
3. Vincular a los estudiantes con los desafíos de la industria del software y la tecnología aeroespacial.
4. Estimular en los alumnos el desarrollo del pensamiento computacional incorporando metodologías ágiles al desarrollo curricular.
5. Formar a los estudiantes en los valores de solidaridad y ciudadanía global a través del desarrollo de proyectos vinculados a la mejora de las condiciones de vida.

Cronograma predeterminado

- Semana 1 – Introducción al proyecto
- Semana 2 – Diseño Conceptual
- Semana 3 - Diseño industrial
- Semana 4 - Construcción

Semana 5 - Construcción y montaje
Semana 6 – Sistema electrónico
Semana 7 - Diseño de identidad, gráficos y pintura
Semana 8 – Lanzamiento

Evaluación por equipos e individual

Se aplica una rúbrica de evaluación que permite a docentes y estudiantes:

- conocer lo esperado en el rendimiento académico.
- la aprobación de los proyectos impacta significativamente en la aprobación de las asignaturas.
- Se estimula el desarrollo y se evalúan las siguientes competencias:
 - Trabajo Colaborativo y Cooperativo
 - Comunicación
 - Pensamiento Crítico
 - Creatividad
 - Autonomía e iniciativa personal
 - Ciudadanía global
- Una vez al año, el equipo psicosocial aplica los test psicopedagógicos desarrollados por el programa de evaluación de aprendizajes LOGROS. A través de la plataforma⁶⁷, se logra detectar el impacto en las competencias designadas por la OCDE como competencias del Siglo XXI (según fue visto en el capítulo de este informe referido a Finlandia).

CLUB DE NIÑOS Y CENTRO JUVENIL

(De 6 a 16 años). Inicia sus actividades en 1997.

Objetivo: Complementar la educación pública que los niños y adolescentes de Casavalle reciben en las escuelas y liceos del barrio mediante:

- acompañamiento en los deberes
- apoyo en las distintas materias del liceo
- talleres de distinto tipo: cocina, huerta, carpintería, teatro, guitarra, computación
- actividades deportivas y recreativas,
- el respaldo técnico de psicólogos y trabajadores sociales

REFLEXIONES

- Los alumnos de los colegios visitados tienen buen nivel nutricional, esencial para el aprendizaje.
- Es necesaria la coordinación de todas las instituciones, fundaciones y empresas que trabajan para mejorar la enseñanza de los niños y jóvenes de los barrios de contexto vulnerable.
- Sería beneficioso brindar horario extendido en todos los centros de niños y adolescentes en barrios de contexto vulnerable.
- Se puede mejorar la enseñanza en los barrios de contexto vulnerable con un estímulo económico a los docentes que trabajen en ellos.
- También sería importante un estímulo económico a los docentes que mejoren su capacitación.
- Los clubes de niños con docentes sustentados por INAU debieran focalizarse en

⁶⁷ <https://www.habilmind.com/es/>

enseñanza STEM.

Sobre la enseñanza en estas instituciones son destacables los siguientes hechos por lo que aportan a la mejora de los resultados:

- Integran a la familia
- Enseñan y promueven valores de respeto, solidaridad y trabajo colaborativo
- Ponen especial atención en la asistencia a clases: deserción de 0 a 3 % (excepto repetición en el período de pandemia)
- Horario extendido
- Trabajo en base a proyectos, a problemas o a investigación
- Tutorías y acompañamiento personificado
- Mejoran la enseñanza STEM:
 - método finlandés
 - método Singapur de enseñanza de matemáticas
 - aprendizaje de informática
 - estimulan el pensamiento lógico y computacional
- Estimulan a los docentes a mejorar su capacitación

4.g. Universidades e Institutos de Investigación

Se relevaron las actividades desarrolladas por universidades e institutos de investigación relacionadas con actividades STEM en la enseñanza media.

4.g.1 UDELAR

La búsqueda se realizó consultando los portales de tres Facultades de la UdelAR (Química, Ingeniería, Ciencias). En su mayoría son actividades presenciales realizadas por docentes de dichas instituciones, que estuvieron vigentes hasta fines de 2019 y que se han retomado parcialmente en 2021. Docentes de las cinco instituciones mencionadas organizan y realizan actividades de difusión en la Semana de la Ciencia y la Tecnología⁶⁸ que se lleva a cabo anualmente. En este año 2021 las actividades fueron virtuales. Además, la FQ y el IIBCE realizan actividades de divulgación científica en el Día del Patrimonio.

Facultad de Química

- *Química d+*: los talleres semanales de Química d+ están dirigidos a escolares y maestros, quienes concurren a la Facultad de Química. En cada taller se trabaja en una de las diferentes temáticas que se desarrollan durante el año, en un laboratorio especialmente acondicionado. Se recibe cada semana dos grupos de escolares en un laboratorio de la Facultad, donde ven (y parcialmente ejecutan) experiencias de química. A cargo de un docente y con colaboración de estudiantes de los primeros años.
- *Moleculario*: El Moleculario es un espacio pensado para escolares y liceales donde podrán conocer cómo están formadas todas las cosas que nos rodean y sumergirse en el mundo

submicroscópico de los átomos, las moléculas y los iones. La exposición se desarrolla en estaciones que permiten recorrer desde los átomos hasta las biomoléculas más complejas a través de juegos, modelos, animaciones y experimentos. Con un régimen de visitas similar a la actividad anterior.

- *Concurso Nacional de Crecimiento de Cristales*: celebrado anualmente, pueden participar grupos de estudiantes de Educación Primaria/Secundaria/Técnico-Profesional guiados por un Maestro/a o Profesor/a Tutor con formación en el procedimiento experimental.

- *Olimpiadas de Química*. La Facultad las organiza anualmente a nivel nacional (se pueden ver más detalles del tema en este mismo informe en el subcapítulo 4.e referido a Olimpiadas de Ciencias).

- *Microbiología en las escuelas* (en conjunto con Facultad de Ciencias): curso electivo para estudiantes de grado de Facultad de Ciencias, Facultad de Química, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación y Facultad de Información y Comunicación. Es una Introducción a la extensión y enseñanza de la ciencia en escuelas de diferentes contextos. Incluye actividades de práctica en escuelas.

- *LAM*: El Laboratorio Móvil (LAM) es un proyecto de las Facultades de Ciencias y Química de la Universidad de la República que cuenta con el patrocinio de Bayer Uruguay. El objetivo del LAM es despertar el interés por la ciencia en los niños y jóvenes brindándoles la oportunidad de realizar distintos experimentos científicos, contribuyendo de esta forma al aprendizaje y la divulgación de la ciencia. Para ello se ha diseñado un vehículo provisto del equipamiento necesario para que los niños y jóvenes realicen distintas actividades, guiados por un docente entrenado en cada presentación. El LAM contiene la infraestructura y los elementos necesarios para ser transportado por el país, llevando una propuesta formativa, recreativa e interactiva en torno a temas científicos y tecnológicos a educadores y estudiantes del todo el país. La meta del LAM es llegar especialmente a las pequeñas localidades del Uruguay.

- Actividades que fueron realizadas en el marco de proyectos financiados, sin periodicidad de ejecución.

- Se pueden consultar en el sitio de la FQ⁶⁹ y los links derivados.
- En particular, las actividades que promueven la enseñanza de las ciencias con metodología ECBI tienen continuidad, a pesar de ser aperiódicas. En el sitio web correspondiente⁷⁰ se puede encontrar una descripción.

Facultad de Ingeniería

Tiene una profusa actividad de divulgación de sus actividades, principalmente dirigida a captar el interés de estudiantes de nivel secundario para fomentar su ingreso a carreras de la Facultad. En la web⁷¹ se describen las iniciativas sobre divulgación científica impulsadas o apoyadas desde la Facultad de Ingeniería. A continuación se detallan algunas de dichas actividades.

⁶⁹ <http://www.qdm.fq.edu.uy/>

⁷⁰ <http://www.qdm.fq.edu.uy/ecbi/>

⁷¹ <https://www.fing.edu.uy/es/comunicacion/divulgacion>

- *Chicas TICs*: es una iniciativa que tiene como objetivo acercar aspectos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) a estudiantes adolescentes mujeres de secundaria con el objetivo de promover su formación y futuro profesional en esta área. Docentes mujeres de los Institutos de la Facultad de ingeniería de la Universidad de la República de Uruguay promueven este proyecto, articulando funciones de extensión y enseñanza. Se realiza anualmente.

- *Coloquios de Física*: el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería organiza charlas abiertas a todo público de divulgación científica, que abordan temáticas modernas con un lenguaje accesible, claro y preferentemente visual.

- *Fingcast*, el podcast de Fing: es un proyecto de podcast multiplataforma, con videos, audio y entrevistas que busca acercar la ingeniería y las ciencias, así como dar a conocer diversas iniciativas e investigaciones en las que se trabaja actualmente en la Facultad de Ingeniería. Registra cinco videos en 2019 y seis en 2020.

- *Ingeniería de Muestra*: evento organizado anualmente por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República y su Fundación Julio Ricaldoni. Es una feria científico-tecnológica interactiva que exhibe las líneas de investigación y los trabajos de fin de carrera de todas las ramas de la ingeniería nacional. A raíz de la situación sanitaria, IdM2020 se realizó de manera virtual con actividades grabadas y en vivo para que los diferentes públicos se conecten y participen en línea de charlas, concursos, webinars y distintas presentaciones.

- *Otros proyectos*: Butiá (robótica educativa) y la competencia de sumo robótico.

- De carácter didáctico, se registran dos actividades:

- *Paisajes Matemáticos*: es una versión en castellano del sitio de divulgación matemática francés "Images des Mathématiques". La Facultad de Ingeniería, a través Instituto de Matemática y Estadística "Rafael Laguardia", se sumó a esta iniciativa promoviendo la difusión de sus artículos en todo el territorio.

- *Sobre Hombros de Gigantes*: es una serie de divulgación sobre Ciencia, Tecnología, Investigación e Innovación. La primera temporada fue producida por Televisión Nacional del Uruguay y realizada por la productora Magenta, a raíz de resultar ganadora en el llamado para contenidos televisivos de Televisión Nacional del Uruguay en 2015/2016. Para la segunda temporada el proyecto fue presentado ante la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (Fing), Televisión Nacional del Uruguay (TNU) y la productora Magenta. La Tercera temporada cuenta con el apoyo de Antel y la Fundación Julio Ricaldoni. Se pueden ver los contenidos en la web⁷².

Facultad de Ciencias

Dentro de la información proporcionada en su portal, se informa de su participación activa en el LAM (ya mencionado en la FQ) y de sus acciones durante la Semana de la Ciencia y la Tecnología.

Además, se agregan:

- *Latitud Ciencias*: un evento de la Facultad de Ciencias que tiene como fin compartir el trabajo de investigación que se realiza en la misma con la población. Los docentes y estudiantes de la FCien diseñan y desarrollan actividades de divulgación de su trabajo en la Facultad, dirigidas a grupos educativos y familias, y/o público en general. De esta forma, en ediciones anteriores, la propuesta incluyó la disposición de stands temáticos que abordaron temas de impacto social como el virus del Dengue y las investigaciones que se llevan a cabo en la Antártida. A la vez, en esta feria también se establecen espacios de intercambio sobre las carreras que dicta la Facultad, donde los liceales pueden conversar mano a mano con los científicos para saber qué implica hacer ciencia en Uruguay. No está mencionada la periodicidad de este evento ni su vigencia actual.

- *Imaginary*: una exposición interactiva de matemática que se realiza en nuestro país, y tiene origen en la exposición internacional del mismo nombre. Esta exposición internacional se ha presentado en varios países alcanzando más de dos millones de espectadores. En el caso de Imaginary Uruguay, a los contenidos internacionales se suman otros de producción enteramente nacional en los que participa la Facultad de Ciencias junto a otros servicios de la UdeLaR, como Arquitectura e Ingeniería. El objetivo de esta muestra es acercar a la sociedad temas de investigación en matemática de una forma interactiva, entendible y visualmente atractiva además de crear un espacio para el intercambio entre los distintos actores vinculados a la educación y desarrollo de la matemática en el país. Como en el caso anterior, no se mencionan la periodicidad o frecuencia.

- *Programa de Visitas*: la Facultad de Ciencias cuenta con un Programa de Visitas que anualmente recibe grupos escolares y liceales. Entre las actividades que se pueden coordinar a través de este programa se encuentran las charlas de oferta académica para liceales, visitas y actividades en los laboratorios y recorrida por el Predio de Facultad de Ciencias con actividades puntuales sobre flora y fauna nativas y sobre humedales. Se ofrece, a su vez, la posibilidad de coordinar charlas o actividades con docentes de la Facultad en relación a temas puntuales que resulten de interés para docentes y estudiantes.

- *Olimpiada Uruguaya de Astronomía*: se realiza periódicamente con participación de la FCien en la organización y desarrollo de la competencia, que clasifica para la Olimpiada Latinoamericana de Astronomía y Astronáutica, que se celebra anualmente.

Posgrados de la UDELAR para docentes de ANEP o para universitarios

Son posgrados para egresados de ambas instituciones. Son especializaciones en enseñanza y aplicaciones de la matemática y de la física, hechos en acuerdo entre UDELAR y el CFE de ANEP. Esas carreras no figuran en la página web de una facultad, pero sí en la de la comisión de posgrados (CAP) de la universidad⁷³. Es una iniciativa muy valiosa impulsada desde la universidad para promover el nivel docente.

4.g.2 Universidades privadas

Al igual que UdelaR, las actividades de las universidades privadas con liceales se dirigen a la orientación vocacional y a hacer presentes las características de las formaciones disponibles. Entre estas actividades están las visitas a laboratorios universitarios, conferencias de divulgación o exposiciones.

Desde 2014 han habido actividades conjuntas entre las Facultades de Ingeniería (UdelaR, UCU, ORT y UM), para facilitar el aprendizaje de las materias en STEM. Por ejemplo, dos proyectos financiados por ANII fueron desarrollados conjuntamente por las 4 Facultades de Ingeniería citadas: el Centro de Innovación en Ingeniería (2015-2017) y el Fondo de Fomento de la Ingeniería (2018-2021).

También se programan diferentes tipos de talleres, que incluyen robótica, electrónica, TIC, y competencias como el “Spaghetti Challenge”⁷⁴ de ORT, donde los estudiantes deben construir una estructura usando spaghetti y pegamento, para soportar un peso considerable de ladrillos.

La Facultad de Ingeniería de la UM realiza algunas actividades dirigidas a preuniversitarios (bachillerato diversificado: 4º, 5º y 6º de liceo) con el fin de promover las áreas STEM. En 2021 fueron dos actividades: el certamen Full Decisions⁷⁵ y la iHackaTIC⁷⁶.

En las ingenierías, algunas instituciones han realizado esfuerzos para aumentar la proporción de mujeres, incluyendo talleres, becas, y actividades de difusión con profesoras y profesionales ingenieras, que actúan como modelos de rol. Un ejemplo relevante de promoción de la inclusión femenina en STEM ha sido el ciclo “Jueves de Mujeres STEM”, en este caso desarrollado por la Facultad de Ingeniería y Tecnologías de la UCU.

Estas actividades se pueden observar en mayor detalle en los sitios Web de las universidades⁷⁷.

En general las actividades que se orientan a jóvenes preuniversitarios se programan en un ciclo anual, y se proponen a los liceos. Algunas actividades se realizan en la propia universidad, y otras en el local del liceo, tanto en Montevideo como en el interior. Por las dificultades de coordinación con liceos públicos, muchas de las actividades solo se realizan en centros privados.

Existen diferentes vínculos con los organizadores de las Olimpíadas de matemáticas y ciencia; por ejemplo, en 2020 y 2021 las finales de la olimpiada de Matemática se realizaron en ORT. También las universidades realizan actividades en el Día del Patrimonio, la Semana de las Ciencias y en otros eventos.

Por otra parte, es creciente el involucramiento de algunas Universidades privadas en la formación docente. Por ejemplo, en la UM:

⁷⁴ <https://fa.ort.edu.uy/spaghetti-challenge>

⁷⁵ <https://www.um.edu.uy/certamen-full-decisions>

⁷⁶ <https://um.edu.uy/ihackaticum>

⁷⁷ <https://www.ort.edu.uy/preuniversitarios/actividades>

<https://carreras.ucu.edu.uy/index.php/actividades-futuros-estudiantes>

- Se imparten cursos de profesorado de Matemática, que culminan con el título de Profesor otorgado por ANEP (mismo título que reciben los alumnos del IPA y de los CERP).
- Asimismo, se dictan los cursos del plan de estudios de Magisterio en la Facultad de Humanidades y Educación, donde se pone especial énfasis en la educación en STEM desde la enseñanza primaria. Se ayuda a los futuros maestros a desarrollar habilidades y a capacitarse para que el aprendizaje de STEM de los niños sea eficaz.

4.g.3 Institutos de Investigación y otros

Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE)

Tiene un portal dedicado a la divulgación científica⁷⁸. Entre los proyectos que se describen, está la participación en la Semana de la Ciencia y la Tecnología, que ya se mencionó. Otras actividades que se resaltan:

- *Visitas guiadas*: desde hace 20 años reciben estudiantes de todos los niveles de formación entre abril y noviembre aproximadamente cada 15 días. Cada visita comienza con una presentación de bienvenida y continúa con una recorrida guiada por algunos de los laboratorios en pequeños grupos. Allí los escolares, liceales, técnicos y docentes en formación, comparten la tarde con los investigadores y técnicos del Instituto, y de alguna manera, viven la investigación. Conversan sobre cómo se construye el conocimiento, con los jugosos detalles del día a día y la posibilidad de ver, experimentar y preguntar. Reciben unas 20 instituciones por año.
- *Talleres de microscopía “Los ojos de ella”*: tienen como objetivo estimular el acercamiento temprano de las niñas al quehacer científico y destacar el papel de las mujeres en la ciencia. Una de estas acciones es la realización a lo largo de cada año lectivo del taller “Los ojos de ella: puerta al mundo de la ciencia y la tecnología”. Se recibe a grupos de niñas en edad escolar para compartir una propuesta teórico- práctica sobre microscopía. En el año 2019 realizaron cinco de estos talleres.
- *Generación de contenidos*: en este ítem se presentan contenidos bajo el formato de video y el cómic de microbiología: "Bacterias: la historia más pequeña jamás contada".

Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA)

Además de la participación en la Semana de la Ciencia y la Tecnología, tiene en su portal un llamado para participar del programa “Científicos en el aula”: es un programa de Plan Ceibal y PEDECIBA donde se abordan diferentes temas de las ciencias básicas a través del contacto directo con investigadoras/es uruguayos/as. Está dirigido a grupos de estudiantes junto a su docente, tanto de Educación Media como de Primaria.

En el período 2010-2014, en el marco de un convenio con ANEP, ejecutó el proyecto “Estímulo a la Cultura Científica y Tecnológica” (PROCIENCIA), en el que participaron

⁷⁸ <https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/politicas-y-gestion/divulgacion-instituto-clemente-estable>

investigadores integrantes del PEDECIBA. El principal objetivo del proyecto fue facilitar el encuentro, intercambio y la cooperación entre los ámbitos de la educación en la ANEP y de la investigación en Ciencia y Tecnología en nuestro país.

5. Conclusiones

A partir de la información relevada, el grupo de trabajo procedió al análisis de la misma y a la obtención de conclusiones primarias que se agruparon en 2 bloques.

El primer bloque es el resultado de identificar la convergencia de todas las fuentes internacionales hacia lo que se puede interpretar como un consenso generalmente aceptado.

El segundo bloque es el resultado de contrastar el consenso arriba comentado con el estado de situación en el país, mediante lo cual es posible identificar con bastante claridad las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas a encarar para llegar al objetivo planteado en nuestro país.

5.a Consenso de las prácticas exitosas:

- a. Las sociedades buscan construir bases sólidas para una alfabetización STEM en general. Así como se considera que se debe hacer desaparecer el analfabetismo, ya no puede considerarse aceptable que alguien sea "malo en matemáticas" o "malo en ciencias". **Las capacidades cognitivas y de razonamiento desarrolladas por una educación STEM básica son parte medular de las competencias ciudadanas y de vida necesarias para poder desenvolverse con suficiencia en la sociedad actual.**
- b. Otro propósito clave activamente buscado en todas las sociedades, incluidas las más desarrolladas, es **augmentar la diversidad, la equidad y la inclusión en STEM**, brindando a todos los ciudadanos la oportunidad de una educación STEM de alta calidad, especialmente a aquellos históricamente desatendidos o menos representados en los campos del conocimiento y del empleo STEM.
- c. Los diferentes países han reconocido que es crucial preparar a la **fuerza laboral STEM** para el futuro, tanto a los profesionales con educación universitaria STEM como a aquellos técnicos que trabajan en oficios especializados, creando experiencias de aprendizaje que alienten y preparen a los estudiantes para seguir carreras STEM.
- d. Los patrones educativos de referencia que fueron identificados en relevamiento se aplican, con leves variantes entre sí, en países tan diversos como Finlandia, Israel, Estados Unidos, India, Alemania y Francia. Se sustentan en un **proceso continuo, de inicio muy precoz, basado en la motivación, el trabajo en equipo, el estudio centrado en la solución de problemas y en la indagación, la investigación y la innovación, abordado con perspectiva interdisciplinaria.**
- e. Para mayor efectividad del aprendizaje STEM se recomiendan **metodologías no tradicionales:** por proyecto o sobre fenómenos, basadas en indagación, que exigen un abordaje multidisciplinario y promueven el trabajo en equipos tanto de los alumnos como de los docentes. Los temas abordados en estos trabajos se eligen para que sean relevantes en el ámbito personal y de la comunidad del estudiante.
- f. Los desafíos a indagar y resolver, especialmente si son sobre **asuntos de interés de los educandos**, conducen a vivenciar la relevancia de los conocimientos teóricos y a la aplicación de tecnologías apropiadas. Por otra parte, el trabajo grupal, que promueve la diversidad de enfoques y propuestas, es también una habilidad muy valiosa para el posterior desempeño del joven en los ámbitos laborales.
- g. Se recomienda empezar tempranamente con la exposición de los niños a experiencias STEM. Se ha comprobado que los niños están en condiciones de aprender desde la etapa

preescolar; la clave es el diseño de las actividades y más aún la disponibilidad de educadores preparados. **El gran facilitador e impulsor inicial de estos aprendizajes en los niños es la curiosidad** que tienen por explorar, conocer y entender desde muy temprano en sus vidas.

- h. Por medio de las actividades que se acercan a la investigación se facilita que los niños y jóvenes puedan entender cómo se “fabrica” la ciencia.
- i. Además de las actividades, las personas (referentes adultos) con quienes se relacionan los niños y jóvenes son los determinantes que logran “descubrir” y “cultivar” vocaciones. La enseñanza STEM no requiere de manera indispensable de instalaciones ni materiales costosos o escasos, pero sí **requiere de forma imprescindible de educadores muy bien preparados y motivados**.
- j. Las herramientas que se aplican pueden ser sencillas: estímulos mediante experimentos fácilmente realizables con materiales cotidianos, vínculos informativos con la comunidad y la prensa, visitas a escuelas, eventos abiertos de información y difusión.
- k. Si bien se requiere el acceso a facilidades locativas aceptables, a fuentes de información y a algunos materiales específicos necesarios, lo crucial y más escaso es la disponibilidad de docentes formados en las áreas de conocimiento y en las metodologías de trabajo. Una conclusión unánime, a partir del relevamiento de todas las experiencias exitosas, es **la necesidad de asegurar la formación docente adecuada**.
- l. Para ello es clave que el buen ejercicio de una carrera docente tenga como contrapartida una **remuneración adecuada** y, muy especialmente, sea considerada una **profesión socialmente prestigiosa**.
- m. Como el verdadero objetivo buscado es el aprendizaje STEM inclusivo, es decir, **el foco debe ser el educando**, la ejecución de una actividad educativa STEM es sólo un instrumento y se requiere que las actividades se acompañen con un seguimiento individualizado de la evolución de cada participante y se cuente con la posibilidad de sumar apoyos especiales si lo requiere.
- n. Un concepto clave es el de **Ecosistema STEM**, donde se integran escuelas, colegios, universidades, institutos de investigación, bibliotecas, museos, empresas privadas, profesionales STEM en actividad, academias, etc. La integración de los diferentes roles y aportes mediante un enfoque sistémico permite ampliar y enriquecer la trayectoria educativa y profesional STEM ofrecida a cada individuo. Los esfuerzos tienen mejores posibilidades de éxito si son coordinados.
- o. Se ha verificado que las actividades educativas STEM realizadas fuera del horario o del marco escolar son particularmente efectivas para despertar y alimentar vocaciones.
- p. En la actualidad se considera al **pensamiento computacional** como parte integral de la formación STEM.
- q. Además de los niños y jóvenes que participan en las actividades STEM, se debe considerar cómo **involucrar a las familias y a sus comunidades** (los referentes de su entorno) para visibilizar, jerarquizar y validar lo que están realizando.
- r. Las carreras laborales con contenido STEM abarcan no sólo las que requieren formación universitaria, sino que también incluyen a los trabajadores técnicos calificados (TTC). Para las diferentes carreras laborales, en los distintos niveles de su desarrollo, se verifican tasas de ocupación y remuneraciones superiores significativamente superiores a la media cuando se vinculan al espectro STEM.

- s. Es necesario crear conciencia sobre las trayectorias profesionales y educativas del trabajo técnico calificado (TTC) y **corregir las percepciones erróneas y la falta de conciencia de las oportunidades de carreras técnicas** calificadas entre padres, educadores, orientadores y estudiantes.
- t. La promoción del acercamiento de los niños y jóvenes al ámbito STEM requiere generar exposiciones secuenciadas y adecuadas a las diferentes etapas de su desarrollo: ¡no se trata de participar en una actividad espectacular una vez!
- u. Para el éxito de **una "transformación STEM" en un país se requiere operar articuladamente y con rendición de cuentas**. Compromete a todos: las autoridades responsables, a los líderes de la transformación y a todos los participantes de la misma a prácticas abiertas y basadas en evidencia, especialmente para la toma de decisiones en programas, inversiones y actividades STEM.
- v. Hay un fundamento clave, común a las experiencias educativas exitosas en países diferentes, con culturas diferentes y métodos diferentes: **cada una de esas sociedades apoya y quiere a su educación**. Este fundamento se aplica a toda la educación, no solo a las áreas STEM.

5.b.1. Fortalezas que encontramos en el relevamiento en Uruguay:

- a. Existencia de acceso a un **sistema educativo de alcance nacional con lineamientos homogéneos**, que comienza desde la etapa preescolar.
- b. Se dispone de un **sistema nacional de formación de docentes** que actualmente está en proceso de revisión para su actualización.
- c. Disponer de la infraestructura y las capacidades desarrolladas por el **Plan Ceibal** en todo el país.
- d. En el país se han venido desarrollando **variadas experiencias** que aplican conceptos educativos de avanzada (p.ej. clubes de ciencia, olimpiadas de ciencia, diferentes ofertas del Plan Ceibal) y participaciones en competencias internacionales (p.ej. robótica, desafío Bebras, etc.). El documental "Soñar Robots" evidencia un proceso en evolución, representativo de lo que está ocurriendo en el país y ayuda a que esta novedad se integre al imaginario colectivo.
- e. En forma sistémica existen **2 pilares de STEM que vienen operando con continuidad**: el Plan Ceibal y los Clubes de Ciencia y sus derivados. El Plan Ceibal tiene una gran penetración y además se ha integrado institucionalmente de manera más profunda con el sistema educativo.
- f. Por otra parte, desde hace años operan **entidades educativas y fundaciones privadas enfocadas en contextos desfavorables** (p.ej. Liceo Técnico Los Pinos, Fundación Niños con Alas, Fundación Telefónica Movistar, Liceo Jubilar, Liceo Impulso, Liceo Ánima, etc.) que aplican metodologías alineadas a las recomendaciones más aceptadas internacionalmente con el objetivo de promover la integración de adolescentes en condiciones de vulnerabilidad a la sociedad, alcanzando **logros muy positivos con niveles de deserción muy bajos**.
- g. Las diversas experiencias antes referidas, operando en escala limitada durante varios años, constituyen verdaderos modelos de laboratorio que permiten ser evaluados y usados como pilotos para escalar a nivel nacional.
- h. El país ha concretado un **crecimiento sostenido de la industria TIC** durante los últimos 30 años, una industria basada en la tecnología; a partir de pandemia de Covid-19, también son visibles las mayores capacidades en biotecnología.

- i. Existen referentes profesionales de las distintas áreas involucradas en STEM que podrían difundir sus experiencias exitosas y podrían ser modelos de rol para los jóvenes, así como modelos históricos.

5.b.2. Oportunidades que encontramos en el relevamiento en Uruguay:

- a. Es creciente la conciencia de parte del sector político y de la comunidad en general sobre la **necesidad y urgencia de comenzar un proceso de cambio en la educación.**
- b. Es una oportunidad para el impulso a la formación STEM la revisión general de la educación planteada en este período de gobierno, así como el proyecto para la nueva formación docente con carácter universitarios, según los programas que se definan.
- c. Actualmente (post-pandemia) existe en la sociedad un mayoritario y significativo **reconocimiento a la importancia de la ciencia; la visibilidad del GACH** acercó al público general la dimensión humana de los académicos y expertos científicos. Esta toma de conciencia por parte de la comunidad del aporte de diversas áreas del conocimiento científico abre una oportunidad para lograr cambios culturales; un desafío a resolver es cómo **darle continuidad a este cambio.**
- d. La inclusión en STEM es una excelente palanca para la mejora de la equidad en el país, que es una prioridad compartida por todas las fuerzas políticas. Actualmente la distribución de la formación STEM en la población del país está claramente correlacionada con el mayor nivel socioeconómico de las familias y con el género masculino. **Ampliar la inclusión STEM mejoraría el potencial de empleabilidad e ingresos de los sectores actualmente menos representados**, que a su vez son los más vulnerables.
- e. La ANEP dispone de un **plan integral para la promoción de la accesibilidad STEM para niñas y jóvenes**, que además de atender específicamente un tema relevante como es el de la inclusión con equidad de género, es un plan que perfectamente puede desarrollarse para ampliar su alcance, independientemente del género del niño o joven.
- f. Las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina han puesto foco y han trabajado en el tema STEM y están a disposición para brindar su apoyo en este proceso de cambio educativo y contribuir a su aceptación por parte de la sociedad.

5.b.3. Debilidades que encontramos en el relevamiento en Uruguay:

- a. En el país no se ha llegado a acordar una **política de estado sobre educación**, que es necesaria por los tiempos de implementación, ejecución y evaluación del proceso educativo, que exceden largamente un período de gobierno.
- b. Desde hace varias décadas se verifica que los **resultados de la educación en nuestro país son deficitarios** en sus diferentes niveles en comparaciones internacionales de referencia, e incluso en las evaluaciones realizadas por el INEED. Este déficit se incrementa en el ámbito de la enseñanza pública y particularmente en aquellos centros dirigidos a los sectores menos favorecidos de la sociedad. Dentro de este panorama general desalentador, **los déficits mayores se observan en las disciplinas STEM.**
- c. Esta situación deficitaria limita las capacidades operativas y laborales de nuestros estudiantes una vez egresados y en último término **limita las posibilidades de que nuestro**

país pueda competir exitosamente en la economía del mundo: si no revertimos esta situación, nos faltarán suficientes personas con la formación adecuada para satisfacer las demandas que la competencia global requiere, si queremos alcanzar y mantener el nivel de bienestar que como uruguayos aspiramos para nuestras familias.

- d. Es incipiente y **debe priorizarse y multiplicarse el desarrollo del nivel universitario de la formación en educación** y continuar promoviendo y ampliando la colaboración, el intercambio de docentes, la coordinación, etc. entre las universidades y la formación docente.
- e. A pesar del consenso observado en otras partes del mundo, en nuestro país **la actividad docente ha perdido prestigio social y atractivo desde el punto de vista de la remuneración**. Actualmente el docente no es el **referente** que en otros tiempos supo ser en nuestra sociedad.
- f. La falta de **sentido de pertenencia del equipo docente** en relación a un centro de estudios determinado, especialmente más marcado en la enseñanza media y en Montevideo, en gran medida determinado por la transhumancia, es una condición que afecta a toda la enseñanza, no sólo a las áreas STEM.
- g. Se observa además una falta de coordinación general de los recursos disponibles, duplicación de esfuerzos, desaprovechamiento de potenciales sinergias entre actores. En suma, **no existe una mirada integrada** y menos aún se ha desarrollado un ecosistema STEM.
- h. En los contextos de **marginación** hay que **compensar los apoyos que faltan en la familia**.
- i. Es **crítica la falta de docentes formados en algunas disciplinas STEM**, p.ej. Física. Además, son insuficientes los que están preparados para aplicar las metodologías de enseñanza recomendadas actualmente para el área STEM, que más allá del conocimiento específico de una asignatura requieren un manejo de conocimientos más amplio, con enfoque multidisciplinario y con capacidad de trabajo en equipo de los mismos docentes. Adicionalmente, un estudio reciente de INEED sugiere que los jóvenes con mayores capacidades en STEM no se inclinan por las profesiones docentes.⁷⁹
- j. **Inicio tardío** en la vida de los niños/jóvenes de la exposición a aprendizajes STEM.
- k. **Ausencia** de sensibilidad general en la sociedad respecto de la **relevancia de la formación STEM**.
- l. Muchas iniciativas STEM valiosas **no se apoyan de forma sostenida y los resultados exitosos tiene escasa y corta difusión**.
- m. Con excepción del plan de promoción de accesibilidad con perspectiva de género, **no se visualiza STEM como un tema de relevancia en la agenda de la educación**: p.ej. no se incluye

⁷⁹ <https://www.ineed.edu.uy/informe-sobre-el-estado-de-la-educacion-2017-2018>

en las evaluaciones bianuales del INEEd ni tampoco está en los objetivos planteados para el período 2021/24 por ANEP. No se valoriza y refuerza la formación de tecnólogo.

- n. Las diferentes instituciones privadas y públicas no intercambian información sobre experiencias educativas exitosas y **no incorporan al concepto STEM como forma de integrar a las asignaturas separadas.**

5.b.4. Amenazas que encontramos en el relevamiento en Uruguay:

- a. Los **procesos políticos y las discusiones asociadas** pueden congelar, demorar o revertir las necesarias mejoras de la gobernanza de la educación.
- b. Los conceptos y procesos recomendados para la formación STEM implican un verdadero “giro copernicano” en el enfoque tradicional de la educación en nuestro país, y demandan un **proceso transformador en la formación de los docentes**, que representa un enorme desafío para su implementación.
- c. Si bien los cuadros docentes en ejercicio de Primaria y Secundaria deberían tener posibilidades de recibir cursos de actualización en las áreas específicas, hay que considerar la posibilidad de que una parte de los docentes no puedan o no tengan la motivación suficiente para culminar con éxito esta etapa de transformación.
- d. Desde hace décadas las diversas iniciativas de transformación educativa han generado **resistencias y conflictividad.**
- e. No todos los docentes priorizan de la misma manera la formación de excelencia para el educando y hay quienes tienen un concepto distinto sobre qué significa educación de calidad adecuada. Algunos actores del sector educativo pueden confundir la búsqueda de la excelencia académica y la participación en competencias con una promoción del elitismo; otros, se oponen a la articulación entre el sector educativo público con el privado, o incluso con otros sectores públicos diferentes, restringiendo así las posibilidades de captar aportes e identificar requerimientos de todos los actores involucrados en el ecosistema de la educación.
- f. En algunos sectores de la sociedad hemos visto cómo existen **barreras culturales** y se desarrollan teorías conspirativas sobre temas científicos instalados en nuestra sociedad (p.ej. anti-vacunación).
- g. La **falta de estímulos y oportunidades** para entusiasmar a los niños y jóvenes en el desarrollo de habilidades STEM también se observa a nivel familiar, **en toda la sociedad y con mayor incidencia en el caso de niñas y mujeres jóvenes.**
