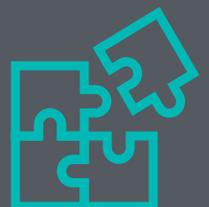
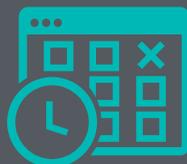


AULAS INNOVADORAS:
AULAS STEAM Y MAKER

**ORIENTACIONES
TÉCNICAS**



Este material fue generado en el marco del convenio de colaboración Mineduc-CEPPE UC.

“Construyendo aulas pedagógicas innovadoras para Chile”.

<https://www.innovacion.mineduc.cl/iniciativas/aulas-innovadoras>

Año 2021.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	4
2. ¿Qué características tienen las Aulas STEAM y Maker?	5
2.1. Características del Aula STEAM	5
2.2. Características del Aula Maker	5
3. ¿Qué considerar para equipar, mantener y renovar?	7
3.1. Aula STEAM	7
3.1.1 Área 1: Tecnología para pensar, analizar y discutir un problema	9
3.1.2 Área 2: Tecnología para desarrollar un proyecto	10
3.1.3 Área 3: Tecnología para empaquetar y comunicar resultados	13
3.2. Aula Maker	14
3.2.1 Nivel de Equipamiento Maker	14
3.2.1.1 Nivel Básico	15
3.2.1.2 Nivel Intermedio	15
3.2.1.3 Nivel Especializado	16
3.2.1.4 Programación	16
3.2.2 Consideraciones de insumos por niveles de equipamiento	17
3.2.2.1 Nivel Básico de equipamiento	19
3.2.2.2 Nivel Intermedio de equipamiento	20
3.2.2.3 Nivel Especializado de equipamiento	22
4. ¿Cómo gestionar la implementación de Aulas STEAM y Maker?	24
4.1. Capacidades y responsabilidades del equipo	24
4.2. Organización de un presupuesto	25
4.2.1. Presupuesto Aula STEAM	26
4.2.2. Presupuesto Aula Maker	27
5. Sugerencias de fondos	29
6. Linkografía	31
7. Bibliografía	34
8. Anexo	35

1. Introducción

Este documento presenta orientaciones técnicas sobre las características y productos disponibles para implementar Aulas STEAM y Maker en los establecimientos educacionales chilenos. Estas orientaciones fueron desarrolladas por el Centro de Innovación del Ministerio de Educación de Chile con la finalidad de guiar a los establecimientos en el proceso de implementación de dichas aulas. Las aulas se caracterizan por impulsar metodologías de aprendizaje activo e integrar diferentes disciplinas, con un especial foco en el desarrollo de las Habilidades para el siglo XXI.

En las Aulas STEAM y Maker se enseña y aprende a partir de la filosofía de “aprender haciendo” y en el marco de una integración curricular interdisciplinar, en donde las metodologías de enseñanza y aprendizaje están centradas en las y los estudiantes. Estas Aulas se caracterizan por utilizar de forma integrada la tecnología en la enseñanza, en pos de educar para los desafíos de la Sociedad Digital.

Las descripciones y caracterizaciones mencionadas en este documento están vinculadas a las prácticas de enseñanza y aprendizaje promovidas en las orientaciones pedagógicas: [“Desafíos de la Sociedad Digital”](#), [“Liderar la implementación de Aulas STEAM y Maker”](#), [“Cambio de paradigma educativo”](#) y las temáticas específicas de las Aulas [“Implementar nuestra Aula STEAM”](#) e [“Implementar nuestra Aula Maker”](#).

Invitamos a las instituciones educativas a revisar sus estrategias organizativas y pedagógicas con el fin de mejorar su capacidad de innovación y explorar todo el potencial ofrecido por las tecnologías y las metodologías activas de aprendizaje.

2. ¿Qué características tienen las Aulas STEAM y Maker?

Las Aulas STEAM y Maker podrían ser consideradas como espacios similares, dado que ambas implican metodologías activas de aprendizaje y un uso de tecnología integrado en la enseñanza, pero según los propósitos de aprendizaje que cada una atiende podemos comprenderlas como espacios diferenciados. Para mayor información respecto de las Aulas, pueden revisar los videos de [“Aulas STEAM”](#), [“Aulas Maker”](#) y las infografías [“Caracterización STEAM y Maker” \[MC P-12\]](#) y [“Similitudes y diferencias Aulas STEAM y Maker” \[MC P-10\]](#)

2.1. Características del Aula STEAM

Las Aulas Maker se caracterizan por su foco en el diseño, prototipado y construcción de artefactos que impactan en comunidades, inspirándose del trabajo que artesanas, artesanos e inventores han hecho a nivel mundial. Esto permite integrar conocimientos de variadas disciplinas (curriculares y no curriculares) con tecnología de fabricación física y digital para el desarrollo de Habilidades para el siglo XXI, dentro de la filosofía del “aprender haciendo” en la Sociedad Digital.

Respecto del vínculo de las Aulas Maker con el currículo escolar, este se aborda desde desafíos de interés de las y los estudiantes, su comunidad o territorio y mediante el prototipado de soluciones digitales o físicas. Desde este enfoque se estructuran experiencias de enseñanza y aprendizaje que respondan de manera particular a uno o más niveles, así como a varias asignaturas de manera integrada, en las que existan procesos activos de creación y toma de decisiones por parte de las y los estudiantes.

Una mirada concreta respecto de cómo se estructuran las experiencias de enseñanza aprendizaje en esta Aula podrá ser encontrada en el [Repositorio de Proyectos](#) bajo la categoría “Aula Maker”. Estos proyectos también pueden ser encontrados según la categoría “Nivel de equipamiento” que presenta tres puntos de partida para la implementación de este enfoque educativo, dependiendo del tipo de equipamiento con el que cuenten como establecimiento.

2.2. Características del Aula Maker

Las Aulas Maker se caracterizan por su foco en el diseño, prototipado y construcción de artefactos que impactan en comunidades, inspirándose del trabajo que artesanas, artesanos e inventores han hecho a nivel mundial. Esto permite integrar conocimientos de

1. Los niveles de equipamiento se detallan en el apartado 4.2.1.

variadas disciplinas (curriculares y no curriculares) con tecnología de fabricación física y digital para el desarrollo de Habilidades para el siglo XXI, dentro de la filosofía del “aprender haciendo” en la Sociedad Digital.

Respecto del vínculo de las Aulas Maker con el currículo escolar, este se aborda desde desafíos de interés de las y los estudiantes, su comunidad o territorio y mediante el prototipado de soluciones digitales o físicas. Desde este enfoque se estructuran experiencias de enseñanza y aprendizaje que respondan de manera particular a uno o más niveles, así como a varias asignaturas de manera integrada, en las que existan procesos activos de creación y toma de decisiones por parte de las y los estudiantes.

Una mirada concreta respecto de cómo se estructuran las experiencias de enseñanza aprendizaje en esta Aula podrá ser encontrada en el [Repositorio de Proyectos](#) bajo la categoría “Aula Maker”. Estos proyectos también pueden ser encontrados según la categoría “Nivel de equipamiento” que presenta tres puntos de partida para la implementación de este enfoque educativo, dependiendo del tipo de equipamiento con el que cuenten como establecimiento.

3. **¿Cómo gestionar la implementación de Aulas STEAM y Maker?**

La implementación de Aulas STEAM y Maker está asociada a infraestructura y equipamiento tecnológico que promueva metodologías de aprendizaje activo, por lo que su equipamiento, mantención y renovación debe apuntar al trabajo interdisciplinario y colaborativo de docentes y estudiantes. Los espacios de trabajo colaborativo deben contar con una buena ventilación, una iluminación regulable, acceso a internet, energía eléctrica, además de facilitar el libre tránsito de todas las personas, independiente de su condición².

De la misma manera, es importante que en las Aulas STEAM y Maker se contemple mobiliario que facilite el trabajo en grupos (usualmente de 3 a 5 estudiantes), sea resistente, fácil de limpiar y de material no inflamable para así evitar deterioro por manchas, golpes, quemaduras y cortes. Se recomienda que los espacios de trabajo incluyan estantes que permitan guardar de forma segura equipos, materiales, herramientas y producciones de estudiantes.

Cada Aula posee características distintivas, por lo que en el presente apartado se sugiere equipamiento específico para apoyar el cambio de paradigma educativo que sustentan.

3.1. Aulas STEAM

El conocimiento científico y las tecnologías que se generan para su construcción están en una constante evolución, por lo que los criterios con los que estas tecnologías se organizan varían dependiendo de su avance y los descubrimientos que se hacen en torno a ellas. Si bien en el último tiempo se han masificado kits de extracción de ADN o mini laboratorios con experimentos relacionados a la neurociencia, es importante considerar que el desarrollo de habilidades científicas puede realizarse con recursos comunes o software libre, dependiendo siempre del uso pedagógico integrado que le otorguen las y los docentes en un proyecto.

En el proceso de mantener el equipamiento de un Aula STEAM, es importante considerar que las tecnologías y elementos del laboratorio presentarán algunos daños, pérdidas y desgastes, por lo que una revisión periódica del inventario debe hacer visible las necesidades que se produzcan.

En el caso del Aula STEAM se sugiere que el espacio integre tres áreas de trabajo:

2. Para más información, revise el Decreto 83 <https://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/08/Decreto-83-2015.pdf>

1. ÁREA PARA PENSAR, utilizada para crear, discutir, analizar, y argumentar un problema. En esta área se ponen en práctica habilidades científicas transversales de manera consciente y se generan insumos para el trabajo por proyectos en todas sus etapas, a través de la organización mancomunada de estudiantes y docentes.
2. ÁREA PARA DESARROLLAR LA INVESTIGACIÓN, sea teórica o práctico-experimental. En esta área se puede producir la documentación de la investigación (búsqueda de información), diseñar y modelar soluciones, realizar pruebas experimentales y obtener datos para la comprobación de hipótesis (en caso de proyectos experimentales) y elaborar productos concretos.
3. ÁREA PARA COMUNICAR RESULTADOS, usualmente enfocada en la divulgación de todas las labores que implica la generación de conocimiento científico, como la presentación de avances o resultados finales de los proyectos desarrollados.

Esta integración de áreas permitirá a docentes y estudiantes desarrollar maneras de pensar y trabajar según las Habilidades para el siglo XXI, a partir de la focalización de las tareas en cada una de las áreas designadas. Además de ello, esta división posibilita rutinas de trabajo que permiten secuenciar los procesos de experimentación científica en el marco de proyectos interdisciplinarios, así como las etapas que estos suponen. La figura 2 representa la organización por áreas en un Aula STEAM:

LABORATORIO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y STEAM



Figura 1. Aula STEAM dividida según área de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la integración de espacios presentada, las Aulas STEAM pueden ser divididas en tres áreas: (1) Área para pensar, (2) Área para desarrollar la investigación y (3) Área para comunicar resultados. A continuación se detalla el equipamiento, software y hardware recomendado para cada una de las áreas.

3.1.1. Área 1: Tecnología para pensar, analizar y discutir un problema

La constitución de un proyecto, su argumentación, definición de preguntas de investigación, hipótesis y posterior análisis, son parte de las actividades basales que se desarrollan dentro de un Aula STEAM. Para el desarrollo de estas y otras actividades, es necesario equipar esta Aula con tecnología que facilite los procesos de problematización e investigación, ante lo que se sugiere considerar dentro del equipamiento de esta área:

- NOTEBOOKS Y/O TABLETS: Permiten a las y los estudiantes y docentes realizar búsquedas de información y construcción de productos (textos, presentaciones, aplicaciones, entre otros).
- PROYECTOR EN CUALQUIERA DE SUS VARIETADES: Permite realizar presentaciones de contenidos o de productos, tanto por parte de las y los estudiantes como de las y los docentes.
- TELÓN PARA PROYECTAR: Permite mejorar la calidad de las proyecciones y hacer la imagen más accesible.
- MONITOR LED: Permite contar con otra fuente de visualización de lo que se esté trabajando en notebooks o tablets, en especial durante el trabajo colectivo.
- CÁMARA DE DOCUMENTOS: Se trata de una cámara pequeña que proyecta los objetos concretos que esté enfocando. Puede ser utilizada para, por ejemplo, iniciar una problematización enfocando una planta o una flor para analizar sus partes.

En caso de que las actividades se estén desarrollando en modalidad híbrida, es decir, con estudiantes que asisten presencialmente y otros de forma remota, se sugiere incorporar una cámara de video y sistemas de audio para que las y los docentes puedan realizar discusiones con todos los estudiantes.

En términos de software se recomienda el uso de plataformas que favorezcan la comunicación y la colaboración entre estudiantes, ya sea en contextos de presencialidad o educación a distancia. Algunos ejemplos de este tipo de software corresponden a [Padlet](#), [Kahoot](#), [Mentimeter](#) y [Plickers](#), así como otros presentes bajo la categoría de “Colaboración” y “Comunicación” del [Repositorio de Herramientas, Software y Hardware](#).

3.1.2. Área 2: Tecnología para desarrollar un proyecto

El desarrollo de proyectos científicos interdisciplinarios en Aulas STEAM, requiere del uso de tecnología y herramientas científicas que permitan a las y los estudiantes tener un contacto real e interactivo con las áreas de conocimiento involucradas.

Dada la diversidad de proyectos que pueden ser abordados, es necesario considerar distintos grados de documentación, diseño conceptual y modelización de soluciones, dependiendo de la dificultad de los proyectos a trabajar en cada uno de los niveles educativos.

RECURSOS PARA LA DOCUMENTACIÓN, DISEÑO Y MODELIZACIÓN DE SOLUCIONES:
En el proceso de investigación se utilizan principalmente los navegadores y sistemas de registro y organización de la información:

- BASES DE DATOS DE BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN Y ESTUDIOS: Las bases de datos permiten acceder a distintos tipos de conocimiento científico que permitirá a las y los estudiantes buscar información relacionada a sus proyectos. Algunas bases de datos que pueden utilizar son:
 - Google Scholar: <http://scholar.google.com>
 - SciELO: <https://scielo.org/es/>
 - Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es>
 - World Wide Science: <https://worldwidescience.org>
 - Scholarpedia: <http://www.scholarpedia.org>
 - CERN Document Server: <https://cds.cern.ch>
 - Science Research: <https://www.scienceresearch.com>
- HERRAMIENTAS DIGITALES PARA REGISTRO: Dependiendo del tipo de registro se podría utilizar:
 - Software de ofimática: Procesador de textos tanto para la redacción como para el almacenamiento de citas y planilla de cálculo para el vaciado y análisis de datos.
 - Registro fotográfico, de audio o visual: Se sugiere utilizar Gimp, Audacity u otros mencionados en el [Repositorio de Herramientas, Software y Hardware](#).
- CALCULADORAS: Se sugiere utilizar calculadoras para matemáticas avanzadas, con graficadora de funciones tipo Texas Instrument.
- SMARTPHONE Y TABLETS: Se sugiere aprovechar al máximo los equipos inteligentes de las y los estudiantes. Para ello, pueden recurrir a diferentes aplicaciones para visualizar contenidos, como por ejemplo: [Specto](#), [Liitec](#), [Aumentaty](#), [Flora y Fauna del Abate](#) o [Mágico Chilemio](#).

También se sugiere acceder a softwares que permitan trabajar con realidad aumentada o modelar productos, como por ejemplo: 3D Builder, Blender, FreeCad, LeoCad, entre otros presentes en el [Repositorio de Herramientas, Software y Hardware](#).

- RECURSOS INCLUSIVOS: Para asegurar que todas y todos los estudiantes puedan desarrollar su investigación, se sugiere considerar recursos inclusivos como: [JAWS \(Job Access With Speech\)](#), [Dragon NaturallySpeaking](#) u otras herramientas presentes en la categoría Inclusión del Repositorio antes mencionado.

RECURSOS PARA LA EXPERIMENTACIÓN Y/O CONSTRUCCIÓN DE LAS SOLUCIONES:
Una vez desarrollados todos los pasos que permiten la constitución del problema a investigar, es posible ejecutar la construcción del producto³ y la obtención de datos a partir de este. La tecnología sugerida para esta etapa es:

- SENSORES: Se sugiere equipar los laboratorios de ciencias con sensores e interfaces, orientados a química, física, biología. Se recomienda utilizar –de la línea PASCO⁴– sensores PS-32nn ya que no precisan interfase y se pueden utilizar directamente a través de BlueTooth para ser captados por smartphones o tablets. En el Repositorio de Herramientas, Software y Hardware se detalla una lista de recursos recomendados.
- MICROSCOPIOS: Para acceder al mundo microscópico se puede recurrir a microscopios digitales, así como también elaborarlos. Diversas páginas web y redes sociales muestran cómo elaborar microscopios caseros usando como base smartphones, así como otros instrumentos científicos.
- INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN: Para todas las asignaturas STEAM, en todos los niveles educativos, se requiere disponer de dispositivos de medición tradicionales y tecnológicos que permitan medir masa, longitud, tiempo, ángulos, temperatura, volumen, presión, acidez, entre otros.

Dependiendo de la actividad pedagógica, se pueden realizar y/o analizar mediciones (manualmente o con equipos). En el segundo caso se recomienda utilizar sensores, ya que entregan valores más precisos y en menor tiempo.

3. Es importante mencionar que esta fase del trabajo con proyectos puede ser articulada con el Aula Maker, en el caso de que el establecimiento cuente con una, cuando se requiera un mayor grado de elaboración de los productos.

4. Para cotizar, distribuidor de tecnología PASCO en Chile <https://www.celestron.cl>

Otras opciones son: extraer datos de simuladores o bases de datos descargables para hacer el análisis (big data) por ejemplo: <https://knoema.es>; o acceder a laboratorios virtuales o remotos, como por ejemplo: <https://www.ni.com/es-cl/shop/labview.html>; <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>; <http://marguerite.lmac.utc.fr/index.html>

- KITS PARA REALIZAR Y/O ADAPTAR EXPERIENCIAS CONCRETAS: Para estos casos se sugiere considerar los siguientes kits:
 - Para explorar el mundo de la ingeniería genética: <https://amino.bio>
 - Biotecnología: <https://bio-class.com>
 - Bioquímica: <https://bioquimica.cl/kits-educacion.html>
 - Ciencias Naturales: <https://www.miradaeducativa.cl/ciencia.php>
 - Experimentos: <https://experimento.lat.siemens-stiftung.org/experimento/>
 - Microbit: https://microbit.britishcouncil.org/?!location_action=true
- DRONES: Los drones de exterior son una excelente alternativa para llevar a cabo investigaciones del entorno en ámbitos muy diversos de las ciencias naturales y sociales, así como para el registro fotográfico y de video de salidas a terreno, creaciones artísticas, entre otras.

Recomendamos tener equipos que otorguen seguridad a profesores y estudiantes. Debido a ello, los equipos deben tener un buen software de control, con gran cantidad de sensores para simplificar el vuelo y hacerlo más seguro. En términos físicos se recomiendan drones que tengan un peso inferior a los 750 gramos y cuyo cuerpo sea de material plástico para poder volar sin tener que realizar el registro en la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC). Si adquiere un dron de mayor envergadura debe tener un permiso otorgado por la DGAC. En el siguiente link es posible descargar un catalogo de ideas para trabajar con drones: <https://www.costadigital.cl/home/wp-content/uploads/2018/12/catalogo-DRONES-.pdf>

- SOFTWARES ESPECÍFICOS: Para ampliar las experiencias de enseñanza y aprendizaje se recomienda utilizar softwares específicos, tales como:
 - [Lab4U](#): Permite tener experiencias prácticas tanto para física, química y biología.
 - [Phet](#): Portal con simuladores en biología, geología, física, matemáticas y química.
 - Software y aplicaciones de matemáticas: Algunos de estos softwares, pueden ser utilizados en línea como es el caso de [GeoGebra](#), en aplicaciones para smartphones o en computadores, como WolframAlpha o Winplot. También se sugiere utilizar calculadoras online, en [PlanetCalc](#) podrá encontrar más de 300 calculadoras para física, química, matemáticas e ingeniería.

- ChemLab: Permite contar con un laboratorio de química interactivo en el computador o tablet.
 - [Recursos Interactivos para el Pensamiento Químico](#): Conjunto de simuladores para la enseñanza de la química.
 - Aplicación Buscaves: Portal web y aplicación que permite la identificación de aves nativas.
 - Stellarium: Página web que permite acceder a una muestra de cielo auténtico en 3D.
- TECNOLOGÍA QUE ARTICULA LOS ESPACIOS STEAM Y MAKER: Hay proyectos que requieren tecnologías que, dependiendo del espacio, de los recursos y del enfoque de cada establecimiento, puede estar en el espacio STEAM o en el espacio Maker, como son:
- Arduino o Raspberry Pi: En el área científica se pueden hacer diversos experimentos que se pueden controlar con Arduino o placas Raspberry Pi. A estos se puede incorporar sensores para hacer diferentes tipos de toma de datos los cuales deben ser programados de forma simple a través de lenguaje de bloques o de forma más compleja y precisa utilizando lenguaje de programación Python. Este tipo de proyectos integran objetivos de aprendizaje de Matemáticas, Tecnología, Ciencias y eventualmente Artes Visuales.
 - Software de Diseño e impresoras 3D: Se trata de proyectos que integran artes visuales, ingeniería, matemáticas y tecnología que tienen como producto el diseño de objetos 3D. En el proceso de impresión de un objeto 3D también se pueden incluir objetivos de aprendizaje de física, ingeniería y matemática.

En ambos casos el principio que mueve estos proyectos es el aprendizaje y puesta en práctica de saberes interdisciplinarios para la resolución de un problema, tal como ocurre en Ingeniería en el mundo real. Dado que se trata de tecnologías que están más cercanas a la fabricación de artefactos, los recursos tecnológicos y software necesarios se pueden encontrar en el apartado 4.2.1.3 en la sección de nivel especializado de equipamiento Maker.

3.1.3. Área 3: Tecnología para empaquetar y comunicar resultados

La última etapa de los proyectos trabajados en el Aula STEAM es la comunicación de resultados. Para ello, las y los estudiantes tendrán que poner en práctica sus habilidades de análisis y comunicación, incluyendo en ellas el manejo de herramientas tecnológicas para la construcción de los distintos formatos de productos que les sean solicitados, tales como, álbumes de fotografías, grabación y edición de videos, creaciones visuales, entre otras.

En esta última etapa se sugiere mobiliario y tecnología como la siguiente:

- MATERIALES CONCRETOS: Se sugiere considerar materiales como cartulinas y cartones de distintos colores y gramajes, pegamentos, reglas, plumones, etc., para la construcción de afiches u otros productos solicitados dentro del contexto del proyecto.
- IDEALMENTE PANELES MÓVILES: Se recomiendan este tipo de pizarras para facilitar el registro de avances de los grupos en las distintas etapas, para finalmente exponer a su curso los resultados.
- CÁMARA O GRABADORAS AUDIOVISUALES: Se sugiere equipar esta área con estos dispositivos para registrar los avances de los proyectos. Cuando sea posible, estas acciones se pueden realizar con los smartphome de los y las estudiantes.
- PLOTTER: Se sugiere contar con una de estas herramientas en las Aulas STEAM para facilitar la impresión de póster, infografías o empaquetar soluciones tecnológicas que emerjan como resultados del trabajo realizado.
- VIDEOCÁMARA / MICRÓFONOS DE SOLAPA INALÁMBRICOS: Para proyectos de tipo audiovisual se recomienda contar con este tipo de dispositivos para ampliar la posibilidad de soluciones a los proyectos que se desarrollen.

En cuanto al uso de software para esta área, se sugiere revisar la categoría de Comunicación del [Repositorio de Herramientas, Software y Hardware](#).

3.2. Aulas Maker

El mercado tecnológico se actualiza día a día, dependiendo de las necesidades de las empresas, instituciones e individuos, por lo que es altamente dinámico y competitivo. Producto de esto, algunas de las tecnologías que se ofrecen pueden encontrarse en un estado de prueba, incompleto o con algunos errores de compatibilidad con software o hardware establecido. Debido a ello, se sugiere equipar su establecimiento con plataformas tecnológicas probadas (como [Little Bits](#), [Makey Makey](#), [Arduino](#), [Adafruit](#), [Sparkfun](#) y [Raspberry Pi](#)) y explorar las nuevas tendencias una vez que vayan generando resultados confiables.

3.2.1 Niveles de Equipamiento Maker

La definición de un nivel de equipamiento en las Aulas Maker dependerá de los objetivos que se pretendan lograr con la implementación, la tecnología que ya poseen como

establecimiento y el presupuesto destinado a los diferentes dispositivos tecnológicos a medida que docentes y estudiantes se familiaricen con la filosofía Maker⁵ y el trabajo por proyectos.

A modo general, diferenciamos tres niveles de equipamiento (básico, intermedio y especializado) que, si bien poseen diferentes aproximaciones al uso de tecnología, son complementarios y progresivos respecto de cómo se implementan experiencias de enseñanza y aprendizaje en un Aula Maker.

3.2.1.1 Nivel Básico

Orientado al diseño de productos a través de recursos físicos y digitales, como material reciclable, aplicaciones o software de edición audiovisual y a los principios de la electricidad con el uso de LEDs.

Si bien este nivel no supone directamente ajustes en el espacio físico o el mobiliario del establecimiento, es recomendable generar o ampliar un espacio físico de taller que permita el trabajo libre y activo de docentes y estudiantes. De igual manera, es recomendable involucrar progresivamente en las experiencias de enseñanza y aprendizaje el trabajo de programación en bloques (como Scratch) en pos de ampliar las herramientas que poseen y construir el camino para los siguientes niveles.

Este primer nivel permite establecer los pilares del trabajo Maker, considerando la experiencia de docentes y estudiantes respecto de los eventuales ajustes en el espacio físico y el mobiliario del establecimiento. Los proyectos de este nivel son relativamente cortos en cuanto a tiempo de ejecución (entre 6 y 12 horas pedagógicas aproximadamente) y las herramientas y materiales son de bajo costo o de fácil acceso. Un ejemplo de este nivel puede observarse en el proyecto [“Robótica de cartón”](#) y en el [tutorial de uso de tecnología del mismo nombre](#).

3.2.1.2 Nivel Intermedio

Este nivel enriquece el objetivo del nivel inicial al incorporar componentes tecnológicos de programación general y física como microprocesadores, sensores y actuadores. De acuerdo a esto, requiere el desarrollo de un conocimiento más profundo sobre electricidad, los principios de electrónica y el manejo de software de diseño gráfico y electrónico asociado a los componentes incorporados.

5. Para conocerla pueden revisar la infografía “Filosofía Maker”

El uso de tecnología en este nivel supone un espacio físico que permita resguardar los proyectos que realizan docentes y estudiantes, así como la adecuación de las normas de seguridad y los espacios de trabajo debido a la inclusión de herramientas electromecánicas, tales como atornilladores eléctricos, sierras, herramientas multipropósito, estaciones de soldaduras, entre otras.

Si bien, en este nivel las y los docentes no necesitan ser especialistas en programación física (IDE en el caso de Arduino), deben comprender sus principios y antecedentes desde la programación en bloques (como Scratch) para así poder entregar el apoyo necesario a las y los estudiantes. Un ejemplo de este nivel puede observarse en el proyecto [“Hazlo crecer”](#) y en su tutorial de uso de tecnología [“Arduino”](#).

3.2.1.3 Nivel Especializado

Este nivel complejiza los objetivos anteriores al incorporar tecnologías de fabricación avanzada como impresoras 3D, cortadoras láser y máquinas CNC. Esto supone un conocimiento profundo de electricidad, electrónica y el manejo del software asociado a cada una de las tecnologías mencionadas, sin perjuicio de que todo este aprendizaje es un proceso continuo y que puede adecuarse a la experiencia de docentes y estudiantes.

Las tecnologías de este nivel requieren de espacios físicos dedicados a ellas, así como protocolos de seguridad específicos en pos del cuidado de la integridad de las personas y el buen uso de la maquinaria. En el mismo sentido, la programación en este nivel cobra una relevancia particular, dado que el uso de plataformas tipo Arduino puede limitar el empleo de las tecnologías mencionadas anteriormente, por lo que se recomienda avanzar hacia plataformas más específicas como Raspberry Pi y el lenguaje de programación Python. El uso integrado de este tipo de tecnologías supone también un progreso en la accesibilidad y conexión en dispositivos móviles por parte de las y los estudiantes, lo que requerirá generar instancias de formación permanente en el uso seguro de redes y software para la comunidad educativa. Un ejemplo de este nivel puede observarse en el proyecto [“Casas de Pájaros”](#) y en su tutorial de uso de tecnología [“Impresión 3D”](#).

3.2.1.4 Programación

En general, la recomendación es iniciar el aprendizaje de programación utilizando lenguaje de bloques, como Scratch. Posteriormente, se sugiere avanzar a programación en la IDE de Arduino y, finalmente, avanzar hacia lenguajes que permitan desarrollar proyectos de mayor complejidad y que estén relacionados con tipos de programación utilizados en el desarrollo de proyectos reales. En el mundo Maker, uno de los lenguajes de mayor potencial es [Python](#) y sus versiones [MicroPython](#) y [CircuitPython](#) que permiten programar una gran variedad de microprocesadores.

Respecto a la programación general (Scratch y similares) y la programación física (Arduino y otros), se recomienda operar con software de código abierto, librerías públicas de software, y espacios colaborativos para resolver dudas (comunidades de programadores). En este nivel es necesario introducir principios de programación y de desarrollo de software (diseño, programación, control de calidad, documentación, etc.). El siguiente esquema propone una trayectoria que se condice con la trayectoria de niveles de equipamiento abordada en el punto anterior:

		
PROGRAMACIÓN EN BLOQUES	PROGRAMACIÓN EN IDE DE ARDUINO	PYTHON
Permite adquirir el pensamiento computacional de forma rápida.	Permite entender la programación a un nivel físico (a través de la placa Arduino, sensores y actuadores).	Lenguaje de programación ampliamente usado en el ámbito profesional.
Se pueden hacer programas sin la necesidad de escribir código.	Toda la interfaz está condicionada para el aprendizaje con Arduino (incluso tiene ejemplos de uso).	Se puede trabajar incluso con inteligencia artificial e interfaces gráficas.
Tiene colores que ayudan a relacionar de mejor manera los distintos conceptos.	La interfaz se puede poner en español, pero la programación es en inglés.	Se puede utilizar al hacer proyectos con Raspberry Pi u otras tarjetas.
Fácil y didáctico para todas y todos, desde niñas y niños que estén aprendiendo a leer, hasta personas adultas que quieran aprender a programar.	Se programa código, lo que permite a los estudiantes familiarizarse con conceptos mucho más profesionales, aunque limitados a lo que se pueda trabajar en las tarjetas de desarrollo (distintos tipos de Arduino).	Lenguaje de alto nivel (es fácil de entender por personas, pero complejo para máquinas), por lo que requiere más aprendizaje. con Raspberry Pi u otras tarjetas.

3.2.2. Consideraciones de insumos por niveles de equipamiento

En el proceso de mantener el equipamiento de un Aula Maker, es importante considerar que las tecnologías presentarán algunos daños, pérdidas y desgastes, por lo que una revisión periódica del inventario debe hacer visible las necesidades que se tengan en este aspecto.

En el caso del Aula Maker se sugiere utilizar mesas de trabajo con dos niveles para facilitar el almacenamiento de materiales varios (como maderas, cartón, etc). Junto con lo

anterior, se recomienda contar con un pañol de herramientas, así como un mesón para otros materiales y máquinas de mayor tamaño (impresora 3D, cortadora láser y similares).

En los muros del aula se puede incluir: afiches con reglas de seguridad, material creado en el colegio que refleje la filosofía Maker o los ideales del establecimiento, paredes-pizarra para anotar ideas, un lugar para la exhibición de proyectos realizados, posters con especificaciones de algunas tecnologías (como microprocesadores, sensores u otros que se utilicen con frecuencia), un noticiero escolar Maker, etc. La figura 2 representa esta organización en un Aula Maker:



Figura 2. Espacio Maker mostrando una sesión de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

La ampliación del inventario debe considerar las nuevas ofertas de tecnología para aumentar las posibilidades de uso del equipamiento actual en nuevos ámbitos. Algunos ejemplos de este aspecto pueden ser los componentes para trabajar con energías renovables, microprocesadores capaces de programarse con aplicaciones de inteligencia artificial, entre otros.

Una tendencia relacionada con nuevas ofertas de tecnología corresponde a las denominadas “wearable”, es decir, aquella que se incorpora en la vestimenta y consta de pequeños procesadores. Este tipo de tecnología incluye luces LED especiales, sensores de presencia o de contacto, pequeños parlantes e hilos de coser conductivos que permiten diseñar ropa

y disfraces con gran expresión de creatividad. Dado que suelen ser de un uso, requieren renovación constante.

Otra tecnología de interés es la tinta conductiva, que aunque es cara puede ser producida en el colegio a partir de polvo de grafito y otros componentes disponibles en el mercado. La tinta conductiva permite diseñar circuitos electrónicos muy creativos sobre cualquier tipo de objeto. En esta línea también se puede explorar la producción de objetos con conducción eléctrica a partir de impresiones 3D, los protocolos de comunicación a distancia entre equipos (LoRa) y la inclusión de inteligencia artificial (“machine learning”) sobre microprocesadores en robótica. Para ampliar las opciones de carrocería se podría cotizar en empresas que entreguen cajas de tipo NP65 u otras que permitan proteger los circuitos de la humedad y el polvo.

Finalmente, todas las consideraciones deben tener en cuenta el conocimiento y experiencia que el cuerpo docente tenga del manejo pedagógico y técnico de las tecnologías que se utilizarán en esta Aula. Para poder abordar esta consideración sugerimos dos estrategias complementarias entre sí:

1. Fomentar el auto-aprendizaje. La “cultura Maker” implica aprender de otros y otros en tiempo real o diferido, a través de numerosos tutoriales y sitios web gratuitos en los que se comparten circuitos, prototipos o proyectos “hazlo tú mismo” para su iterado. Algunos de estos sitios están presentes en la Linkografía al final de este documento.
2. Crear un vínculo con colegios que posean más experiencia en el ámbito tecnológico, posibilitando tutorías o capacitaciones entre equipos de docentes en torno a experiencias reales de implementación en aula.

3.2.2.1 Nivel básico de equipamiento

En este nivel se describen elementos básicos para la implementación de Aulas Maker, teniendo un uso transversal y complementado en los niveles de equipamiento Intermedio y Especializado.

- COMPUTADORES E INTERNET: Se sugiere que el Aula cuente con al menos un computador conectado a Internet y un proyector para los diversos usos que se le darán. Al trabajar en grupos de 3 a 5 estudiantes, es conveniente tener como máximo 1 o 2 computadores por grupo, distribuyendo el trabajo hacia el papel o pizarra para iteración de ideas o dibujos de los prototipos.

Debido a la naturaleza de los trabajos que se desarrollarán en esta Aula, es probable que se produzca polvo en suspensión, caída de material, rayaduras de carcasas, entre

otros. Por lo tanto, se sugiere que los computadores sean almacenados en muebles con aislamiento.

- ELEMENTOS DE SEGURIDAD: Al trabajar con instrumentos de electrónica y herramientas, es necesario considerar algunos implementos y medidas básicas de seguridad, tales como:
 - Anteojos de seguridad con protección lateral, dada la posibilidad de que salten virutas, chispas, pequeños trozos de material, etc.
 - Guantes gruesos, para trabajar con herramientas tales como sierras, tornos y otros.
 - Botiquín para desinfectar y curar heridas, de fácil acceso.
- PAÑOL DE HERRAMIENTAS: Se sugiere instalar un pañol con herramientas manuales comunes a todo tipo de proyectos, en el que puedan estar ordenadas y disponibles a docentes y estudiantes en tiempo real.

Este pañol puede ser enriquecido conforme vayan ampliando el equipamiento de su Aula, pero se recomienda que cuente con: alicates, tijeras, atornilladores, cuchillo cartonero, pelacables, cautín, sierra para madera delgada, multímetro (tester), pistola de silicona, reglas de madera y metal, prensas, así como fuentes de poder de 5V y 9V. En todos los casos que sea pertinente es recomendable el uso supervisado por una persona adulta.

- MATERIALES: El Aula Maker se puede equipar con: elásticos, baterías recargables, lápices carpintero y de colores, porta pilas, masking tape, cola fría, estaño para cautín, huincha aisladora, barras de silicona; también materiales de costura y confección que permitan diseñar y confeccionar piezas de vestuario o soluciones que usen telas y costura. De igual manera se puede utilizar material reciclado aportado por estudiantes o actores de la comunidad como cartón, cartulina, lápices de color, tapas de botella, botellas de plástico, pegamento como cola fría, alambres, entre otros.

3.2.2.2 Nivel Intermedio de equipamiento

Este nivel incluye tecnología que contempla la programación general y física. Se pueden adquirir dispositivos más básicos o más complejos en su programación dependiendo de las necesidades e intereses que posean como establecimiento, así como la experiencia que vayan teniendo las y los docentes en su implementación.

- “KIT DE PROGRAMACIÓN INICIAL: ARDUINO”: utilizable desde 5º Básico hasta IVº Medio. Se recomienda tener 1 kit cada dos estudiantes, 1 kit para las y los docentes y 1 kit de repuesto. Este kit está basado en la plataforma Arduino, ampliamente usada en todo el mundo hace más de 15 años para crear objetos tecnológicos interactivos, que respondan a estímulos en tiempo real y puedan controlar parámetros que se programen con antelación.

Algunos de los proyectos que podrán realizar son [“Invernadero”](#) o [“¿Por que lucharías tú?”](#), así como muchos otros del Nivel de equipamiento intermedio del [Repositorio de Proyectos](#). De manera progresiva, se pueden ir integrando otros sensores o tecnologías a medida que docentes y estudiantes se vayan familiarizando con su uso.

Componentes de un “Kit de programación inicial: Arduino”

- Una placa Arduino UNO con cable USB.
 - Baterías recargables con banco de carga, portapilas de 2 y 4 pilas con conexión directa a la placa Arduino.
 - Huincha aisladora, masking tape – cinta de pegar para unir piezas de madera, cartón y otro material.
 - Sensores para: humedad, luz, temperatura y presión ambiental, humedad de suelo; sonda de temperatura (para líquidos), contacto, infrarrojo.
 - Sensores especiales para: humedad, presión y temperatura (BME280 o BME680), ultrasonido (para medir distancias entre objetos).
 - Actuadores: 2 Motores DC, 1 mini bomba de agua de acuario con manguera, 2 motores servo, set de luces led de diversos colores, luces led multicolor, kit de resistencias de 100 a 1 Kohm, buzzer y parlante, relé, botonera o switch.
 - Un Protoboard de tamaño mediano y set de cables para Arduino: MM y MH.
 - Varios tipos de display de 7 segmentos y LCD 20x4 o 16x2 con módulo I2C.
 - Botiquín, guantes, gafas.
- [CORTADORA LÁSER](#): Herramienta ampliamente utilizada en Aulas Maker para el diseño de prototipos. Permite fabricar todo tipo de carrocerías y estructuras en base a madera (MDF, terciada) y otros materiales (cartón, acrílico).

Su uso está asociado a este nivel debido a la complementación que se produce con la tecnología Arduino, pero esta no es exclusiva respecto de dicha tecnología. Si bien un ejemplo de su uso es la construcción de carcasas o carrocerías para arduinos, también se podrán realizar maquetas de instalaciones y/o productos en serie según el diseño que se presente al software.

El diseño gráfico de los prototipos requiere tiempo para su desarrollo, así como docentes especialistas que puedan guiar a las y los estudiantes para su acabado. En aplicaciones más iniciales pueden remitirse a páginas como Makercase (www.makercase.com) o Instructables (www.instructables.com) para ir conociendo cómo se diseña y se modifican dichos diseños a medida que vayan adaptando los referentes presentes en la página.

3.2.2.3 Nivel especializado de equipamiento

El equipamiento especializado supone experiencia por parte de docentes y estudiantes en la programación física con Arduinos y su implementación en proyectos, dado que en este nivel se espera que el uso de tecnología sea mucho más complejo e integrado a los desafíos que estén presentes en su comunidad. Por lo mismo, suele requerir una inversión inicial y presupuesto mayor, dado que incluye máquinas tales como impresoras 3D, cortadoras láser y máquinas CNC, entre otras.

DISPOSITIVOS Y SOFTWARE:

- RASPBERRY PI: Minicomputadores con sistema operativo propio y alta compatibilidad en torno a sensores, actuadores y accesorios complejos. La funcionalidad que ofrece amplía las oportunidades desarrolladas con Arduinos, en torno a un lenguaje más complejo y enriquecido. Se recomienda especialmente el modelo 4B, pero otros modelos pueden ser relevantes dependiendo de los intereses que vayan desarrollando en torno a este tipo de plataformas.
- IMPRESORA 3D: Herramientas versátiles con las cuales se pueden construir distintos tipos de productos, aún con modelos de bajo costo, filamento genérico y software libre. Suelen tener largos tiempos de proceso (impresión) que implican una organización específica en torno a su uso en distintos proyectos, por lo que es relevante considerar su distribución horaria y la cantidad de impresoras disponibles.
- SOFTWARE DE DISEÑO Y MODELADO: Se sugiere trabajar con software gratuito como Tinkercad, Fritzing, Kicad o con versiones gratuitas de softwares de pago. Es importante considerar que los software de diseño requieren de bastante tiempo y dedicación para la construcción de productos, por lo que es altamente recomendable capacitar a un docente de manera dedicada en estas tecnologías.
- SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN: En este nivel es importante adoptar lenguajes de mayor potencial como lo es Python (o sus versiones en MicroPython o CircuitPython) que permiten programar una gran variedad de microprocesadores.

HERRAMIENTAS MANUALES: En este nivel se sugiere utilizar algunas herramientas para la realización de perforaciones y trabajos más finos en madera y metal como: taladro o atornillador eléctrico y una máquina Dremel o cualquier herramienta multifuncional similar. Para los proyectos que requieran soldadura se sugiere comprar sets de soldadura y cautines de temperatura ajustable.

COMPONENTES TECNOLÓGICOS: Las Aulas Maker especializadas incluyen varias opciones de tecnología que permiten ampliar la gama de proyectos a realizar.

- PARA PROYECTOS DE ROBÓTICA: Se sugiere equipar con carrocería (ruedas, motores y plataforma) para robots, “shield de motores” (circuitos que simplifican el control de motores), motores servo, sensores de contacto y de distancia, para construir artefactos móviles. De igual manera, se pueden considerar placas específicas tipo Adafruit que permitan la programación de robots (como Adafruit CRICKIT for Circuit Playground Express)

- PARA DOCENTES Y ESTUDIANTES CON EXPERIENCIA DE PROGRAMACIÓN FÍSICA: Se recomienda ampliar el “Kit de programación inicial: Arduino” con:
 - Microprocesadores tipo ESP8266 o ESP32 para aplicaciones con Wifi o Bluetooth y baterías recargables. Alternativamente puede ser un microprocesador Arduino como el NANO 33 BLE Sense (ver toda la gama de la última generación de Arduinos en: <https://store.arduino.cc/usa/new-products> .
 - Set de baterías Lipo y cargadores de baterías.
 - Packs de sensores (hay packs de 25 a 40 sensores diferentes).
 - Estación de soldadura (cautin) de temperatura regulable, extractor de soldadura, soporte para soldar.
 - Relés, potenciómetros, interruptores on/off.
 - Leds y tiras Led de color y programables.
 - Variedad de cables Dupont MM, MH, HH, de distintos colores.
 - Variedad de protoboards.
 - Displays LCD I2C 16x2 y 20x4 o bien OLED, los cuales permiten graficar y animaciones.
 - Set de paneles solares para proyectos de energías renovables. Estos paneles existen en una amplia gama de tamaños y precios. Conviene tener un stock de paneles de 6V y 12V para cargar baterías.
 - Ampliar la gama de motores servo y motores paso-a-paso para proyectos que requieran movimientos de mayor precisión (por ejemplo, brazos o cabezas robóticas).

4. ¿Cómo gestionar la implementación de Aulas STEAM y Maker?

Para la gestión y la organización de las Aulas STEAM y Maker es necesario considerar el equipo que se hará cargo de estas labores y el presupuesto que haga posible la implementación técnico-pedagógica en el corto, mediano y largo plazo.

4.1. Capacidades y responsabilidades del equipo

El monitoreo, mantención y reposición de la infraestructura y el equipamiento de las Aulas requiere considerar dentro del plan del establecimiento, acciones y responsabilidades que aseguren las condiciones necesarias para favorecer la implementación de metodologías activas en el aula. Algunas acciones o medidas importantes son las siguientes:

- Resguardar que existan recursos técnico pedagógicos para el uso por parte del equipo docente.
- Asegurar que parte del presupuesto del establecimiento esté destinado al equipamiento e implementación de estas Aulas.
- Resguardar que exista el equipamiento digital y material necesario para favorecer las prácticas pedagógicas que se desea impulsar por medio de estas Aulas.
- Resguardar que existan condiciones administrativas (ej. protocolos de reserva de espacios, planificación horaria, precisión del uso del horario no lectivo, entre otros) para el uso de Aulas STEAM y/o Maker por parte de la comunidad escolar.
- Resguardar que existan condiciones de gobernanza (ej. inventario y monitoreo de la compra de recursos tecnológicos, distribución del equipamiento dentro del establecimiento, entre otras) para el uso de las Aulas por parte de la comunidad escolar.
- Resguardar que existan condiciones de infraestructura (ej. espacios físicos equipados según área o nivel de equipamiento, mantenimiento de las Aulas, revisión de la normativa de seguridad, entre otras) para el uso de las Aulas por parte de la comunidad escolar.

Las acciones señaladas caracterizan las prácticas institucionales que apoyan la gestión y organización del establecimiento para la implementación de las Aulas STEAM y/o Maker. Para esto, se sugiere conformar un equipo permanente de 2 a 3 personas con las siguientes responsabilidades:

- ADMINISTRATIVAS: Mantener registro de las compras realizadas (en una planilla de cálculo o plataforma digital), junto con las facturas y cotizaciones. Este registro puede incluir un listado de empresas proveedoras, sitios web y/o contactos asociados.

- TÉCNICO/PEDAGÓGICAS: Mantener y actualizar una bitácora de uso y caducidad del equipamiento, que permita realizar una evaluación comparativa de los objetivos iniciales con los que se compra el equipamiento y el uso que se le da al mismo. Esto permitirá enfocar la toma de decisiones respecto de evidencia concreta de uso de las tecnologías.

El equipo en su conjunto tiene la responsabilidad de organizar y priorizar un plan de compra en base a las necesidades de la comunidad educativa y el presupuesto del establecimiento, realizando cotizaciones que velen por la calidad de las adquisiciones.

Considerando que la tecnología está en permanente actualización y perfeccionamiento, se sugiere que un Aula Maker renueve su equipamiento cada dos años. Se debe dar prioridad a la renovación de microprocesadores (sección 3.2.2. Consideraciones de insumos por niveles de equipamiento), sensores, actuadores y otros componentes tecnológicos de uso común en los proyectos, así como las nuevas prestaciones del equipamiento perteneciente al nivel especializado (ver explicación en apartado 3.2.1.). En el caso de un Aula STEAM, se sugiere revisar las fechas de caducidad de los reactivos y solventes, así como de las resistencias y circuitos, renovándolas acorde a esas fechas. Si el aula cuenta con componentes tecnológicos como computadores, la regla general es renovarlos cada 4-5 años de manera que sus procesadores sean capaces de responder a las exigencias del software en el tiempo.

Se recomienda que las y los responsables de resguardar las condiciones mencionadas con anterioridad se mantengan comunicados con otros docentes que se encuentren en cargos similares en otros establecimientos. Lo anterior, permitirá el intercambio de información y, eventualmente, realizar compras en conjunto con el objeto de disminuir costos por compras por volumen.

4.2. Organización de un presupuesto

Para la organización del presupuesto se sugiere considerar la procedencia del equipamiento y material que se adquiera, puesto que las compras pueden realizarse tanto en tiendas nacionales como internacionales. El inventario que realice el equipo administrativo y técnico pedagógico permitirá visualizar los insumos que tienen mayor uso (tintas, papel, filamento para impresoras 3D, etc.) y, en consecuencia, la estimación del costo de reposición.

Cuando se trate de adquisición de software, se sugiere considerar aquellos que tengan versiones gratuitas, idealmente de código abierto (Open Source). En el caso de no encontrar alternativas, es importante tener en cuenta que el software de pago suele involucrar compras con tarjetas de crédito por la licencia completa o suscripciones de manera mensual o anual, lo que suele ser complejo para la rendición de cuentas de los estable-

cimientos. Una lista de software recomendado según su tipología de uso está disponible en el [Repositorio de Herramientas, Software y Hardware](#).

En caso de realizar compras en tiendas nacionales, existe la posibilidad que la entrega sea rápida pero el costo final más elevado. Se sugiere establecer un vínculo permanente con alguna tienda nacional que entregue garantías para resolver problemas de manera directa y otorgue descuentos por comprar varias unidades de un mismo producto. Para descuentos por volumen, conviene asociarse entre varios colegios, para realizar pedidos en común.

Las compras en tiendas internacionales pueden ver aumentados los tiempos de envío y gastos de transporte e internación, pero posiblemente con menores costos finales. En el caso de realizar compras fuera del país, no olvide considerar los gastos de envío e impuestos -en caso de que sea necesario-, ya que hay plataformas que no siempre informan los gastos de internación.

Se sugiere realizar búsquedas en diferentes sitios de compra y comparar las especificaciones de los productos de manera que se adecuen a sus necesidades y posibilidades. Una buena manera de comprender los aspectos positivos y negativos de los productos es revisar los comentarios que existen en la web sobre ellos.

A continuación, se sugiere una organización presupuestaria para cada Aula. Los porcentajes que se indican son estimativos y deben ser contextualizados en torno al presupuesto, el inventario de las Aulas y las necesidades de cada establecimiento.

4.2.1. Presupuesto Aula STEAM

Para la construcción e implementación de un Aula STEAM podría considerarse el laboratorio de ciencias como un punto de partida en el que el equipamiento científico (como microscopios, pipetas, mecheros, entre otros) se integra al ejercicio de otras asignaturas, permitiendo generar investigaciones interdisciplinarias. Dependiendo de las condiciones pedagógicas y económicas del establecimiento, se sugiere integrar nuevos tipos de tecnologías del área de ciencias naturales, insumos para realizar producciones artísticas y otros equipos atingentes a la labor científica. Un detalle de estos equipos podrá encontrarse en el punto 4.1 de Aula STEAM dentro del apartado 4. ¿Qué considerar para equipar, mantener y renovar?

El presupuesto para esta Aula puede tomar como ejemplo la planificación presupuestaria utilizada para equipar el laboratorio de ciencias. Un ejemplo de las tecnologías que permitirían ampliar las experiencias de aprendizaje en este espacio está disponible en la lista de equipamiento para el laboratorio de ciencias que se detalla en el [Repositorio de Herramientas, Software y Hardware](#).

PORCENTAJE	DESCRIPCIÓN
40%	Reposición o mejora del equipamiento asociado a las tres áreas de trabajo del Aula. Si bien se espera que la mejora sea sostenida y equitativa entre las áreas, es probable que se destine mayor cantidad de recursos al área para desarrollar la investigación (Revisar apartado 4.1. Aulas STEAM), dado que los equipos que se suelen utilizar en esa área requieren de una reposición continua.
20%	Reactivos básicos para la investigación en ciencias como lo son los solventes o sales inorgánicas para química; portaobjetos o tinciones para biología; resistencias o circuitos para física o calculadoras y balanzas para matemática.
10%	Tecnologías e insumos para la creación artística como lo son software de diseño gráfico o de edición audiovisual, instrumentos musicales, pinturas, lienzos o abrazaderas para serigrafías.
10%	Exploración de nuevas tecnologías científicas, artísticas, físicas o digitales que estén disponibles en el mercado y permitan ampliar las posibilidades de algunos proyectos interdisciplinarios. Pueden comprarse pocas unidades para testear su desempeño e impacto, pudiendo hacer una evaluación posterior a eso.
10%	Material fungible y concreto para la construcción de elementos ligados a los proyectos y sus presentaciones finales, como insumos para impresoras o plotters, pegamentos, entre otros.
5%	Reparaciones o mantenciones de herramientas según sea pertinente.
5%	Útiles de aseo y seguridad como antiparras, guantes, paños, overoles, extintores, botiquín, entre otros.

4.2.2. Presupuesto Aula Maker

En el caso de un Aula Maker es importante considerar que existen diversas formas de aproximarse al trabajo según las condiciones tecnológicas, pedagógicas y económicas que posea cada establecimiento. Un detalle de estos equipos se presentó en el punto 3.2.1.

Se sugiere que la organización del presupuesto sea similar para todos los niveles de equipamiento (básico, intermedio y especializado) con las variaciones de tecnologías que estimen pertinentes de acuerdo a su contexto. Considerando lo anterior, pueden orientarse por la siguiente estructura:

PORCENTAJE	DESCRIPCIÓN
30%	Sensores y actuadores , dado que su uso es sostenido en proyectos que estén en curso y para nuevos proyectos.
25%	Componentes generales , como controladores de motores, set de baterías, motores, entre otros.
20%	Microprocesadores , dado que deben reponerse sostenidamente en el tiempo.
5%	Herramientas manuales , dependiendo de las necesidades que se determinen en el inventario.
10%	Reparaciones o mantenciones de herramientas según sea pertinente.
5%	Materiales fungibles para la construcción de elementos ligados a los proyectos y sus presentaciones finales, como insumos para impresoras o plotters, pegamentos, entre otros.
5%	Útiles de aseo y seguridad como antiparras, guantes, delantales, extintores, botiquín, entre otros.

5. Sugerencias de Fondos

Es necesario destacar que la organización presupuestaria de todos los fondos con los que cuenta el establecimiento deben detallarse en los Planes de Mejoramiento Educativo (PME). Estos son una herramienta para orientar, planificar y materializar los procesos de mejoramiento institucional y pedagógico a través de la organización sistémica e integrada los objetivos, metas y acciones para el mejoramiento de los aprendizajes de todas y todos los estudiantes.

A continuación, se presentan algunos de los fondos que están disponibles para establecimientos que reciben subvención del estado:

A nivel de sostenedor	<p>Subvención Escolar Preferencial (SEP). Consisten en la entrega de recursos del Estado para mejorar la equidad y calidad educativa de los establecimientos educacionales municipales y subvencionados de nuestro país. Con estos recursos se pueden realizar gastos asociados a (Superintendencia de educación, 2021):</p> <ul style="list-style-type: none">· Construcción de infraestructura.· Mejoras en infraestructura.· Mejoras en mobiliario.· Servicios e insumos conexos a habilitación de infraestructura.· Insumos para mejoras en especialidades técnico - profesionales. <p>Ahora bien, es importante considerar que la utilización de los fondos SEP está supeditado a requisitos, entre los que se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none">· Las actividades a financiar deben ser propias de las áreas del Plan de Mejoramiento Educativo (PME).· Las acciones deben estar explicitadas en el PME del establecimiento.· Las acciones deben estar orientadas al mejoramiento de la calidad de la educación, con énfasis en alumnos prioritarios, quiénes deben tener una participación mayoritaria en las actividades financiadas por SEP.· Los gastos no deben estar asociados al funcionamiento o mantención normal de las áreas del establecimiento, ni asuntos administrativos de carácter general.
------------------------------	---

A nivel de región	Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) ⁶ . Es un programa de inversiones públicas destinado al financiamiento de acciones de municipalidades y organismos públicos que procuren mantener un desarrollo compatible con la preservación y mejoramiento del medio ambiente, lo que obliga a los proyectos financiados a través del FNDR atenerse a la normativa ambiental.
Fondos concursables	<p>Concursos públicos del Ministerio de Ciencias y Tecnología: http://www.minciencia.gob.cl/ y http://cienciapublica.cl/</p> <p>Concursos de Fundaciones educativas como: http://www.fundacionmustakis.org/</p>

6. <http://www.subdere.gov.cl/programas/divisi%C3%B3n-desarrollo-regional/fondo-nacional-de-desarrollo-regional-fndr>

6. Linkografía

a) Referencias de tecnología de microprocesadores, sensores y actuadores:

- Arduino: <https://www.arduino.cc/>
- Adafruit: <https://www.adafruit.com/>
- Sparkfun: <https://www.sparkfun.com/>
- Raspberry Pi: <https://www.raspberrypi.org/>

b) Cursos e instancias de autoformación en programación según nivel de equipamiento Maker:

Nivel Básico Scratch	https://www.scratch.school/curso/curso-gratuito-scratch/
	https://formaciononline.eu/curso-programacion-scratch-gratis/
	https://edutin.com/curso-de-programacion-para-niños-con-scratch-3786
	https://www.udemy.com/course/introduccion-a-la-programacion-con-scratch/
Nivel Intermedio Arduino	https://controlautomaticoeducacion.com/arduino/
	https://edutin.com/curso-de-arduino-4317
	https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/curso-de-arduino/
	https://www.edx.org/es/aprende/arduino
	https://aprendergratis.es/ingenieria/curso-de-aplicaciones-con-arduino/
	https://arduino.cl/cursos-y-tutoriales/
Nivel Avanzado Python	http://progra.usm.cl/Apuntes_del_curso.html
	https://edutin.com/curso-de-python-4276
	https://www.edx.org/es/aprende/programacion-python
	https://codigofacilito.com/cursos/Python
	https://www.udemy.com/course/curso-python/
	https://www.udemy.com/course/getting-started-with-raspberry-pi

c) Sitios de productos y proyectos STEAM y/o Maker:

- Instructables: <https://www.instructables.com/>
- Arduino Project Hub: <https://create.arduino.cc/projecthub>
- Hackster.io: <https://www.hackster.io>
- Hackaday: <https://hackaday.io/lists sitio con proyectos maker>
- DIY: <http://diy.org>
- Makered: <https://makered.org/>
- SciencetoyMaker!: <https://sciencetoymaker.org>
- STEM4Chile: <https://feria.stem4chile.cl/>
- Micro:bit: <https://archive.microbit.org/es/>
- Tknika: <https://ethazi.tknika.eus/es/>
- The Tinkering Studio: <https://tinkering.exploratorium.edu/projects>

d) Portales y revistas de difusión científica:

- Programa Explora: <https://www.explora.cl>
- Programa Ciencia Pública: <http://cienciapublica.cl>
- Chile científico: <https://chilecientifico.com>
- Revista Héuréka: <http://heureka-online.com>
- Revista Innovación en Enseñanza de las Ciencias: <http://www.reinnec.cl>
- Revista Chilena de Educación Científica: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=7749>
- Creces: <http://www.creces.cl>

e) Artículos de referencia STEAM y Maker:

Blikstein, P. (2008). "Travels in Troy with Freire: technology as an agent for emancipation". In P. Noguera & C. A. Torres (Eds.), *Social Justice Education for Teachers: Paulo Freire and the possible dream* (pp. 205-244). Rotterdam, Netherlands. Acceso en: <http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-TravelsInTroyWithFreire.pdf>

Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers. Acceso en: <https://tltlab.org/wp-content/uploads/2019/02/2013.Book-B.Digital.pdf>

Departamento de Educación de los Estados Unidos (2017). *Building Technology Infrastructure for Learning*. Acceso en: <https://tech.ed.gov/files/2017/07/2017-Infrastructure-Guide.pdf>

Hatch, M. (2014) "The Maker movement Manifiesto". Acceso en: <https://raumschiff.org/wp-content/uploads/2017/08/0071821139-Maker-Movement-Manifiesto-Sample-Chapter.pdf>

Papert, S. (1982). "Desafío a la mente: Computadoras y educación". Acceso en: <https://tekberriak.files.wordpress.com/2012/09/desafio-a-la-mente.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente (s.f.) Curso: Gestión de Residuos para la Ciudadanía: Unidad 2: Obsolescencia Programada. Acceso en: <http://santiagorecicla.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/Módulo-2-OBSOLESCENCIA-PROGRAMADA.pdf>

7. Bibliografía

Capraro, R., Capraro, M., & Morgan, J (2013). *STEM Project-Based Learning. An Integrate Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Boston: Sense Publishers.

Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valor. *Ciències*, 34, 22-30.

Couso, D., Izquierdo, M., Merino, C. (2008). La resolución de problemas. En Merino, C., Gómez, A. & Adúriz-Bravo, A. (eds) *Áreas y Estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (59-82 pp). Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.

Duran, M., Höft, M., Medjahed, B., Lawson, D., & Orady, E. (2016). *STEM Learning. IT Integration and Collaborative Strategies*. London: Springer.

González-Weil, C., Merino, C., Ahumada, G., Arenas, A., Salinas, V., & Bravo, P. (2014). The Local Territory as a Resource for Learning Science: A Proposal for the Design of Teaching-learning Sequences in Science Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 4199–4204. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.916>

Izquierdo, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27–43.

Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de Las Ciencias*, 17(1), 45–59.

Superintendencia de educación (2021). Uso de recursos SEP para el pago de las asignaciones e infraestructura escolar. Revisado el 24 de febrero de 2021 en <https://www.supereduc.cl/contenidos-de-interes/uso-de-recursos-sep-para-el-pago-de-asignaciones-e-infraestructura-escolar/>

Swe, M., & Areepattamannil, S. (2019). *STEAM Education. Theory and Practice*. London: Springer.

8. Anexo N°1:

LABORATORIO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y STEAM

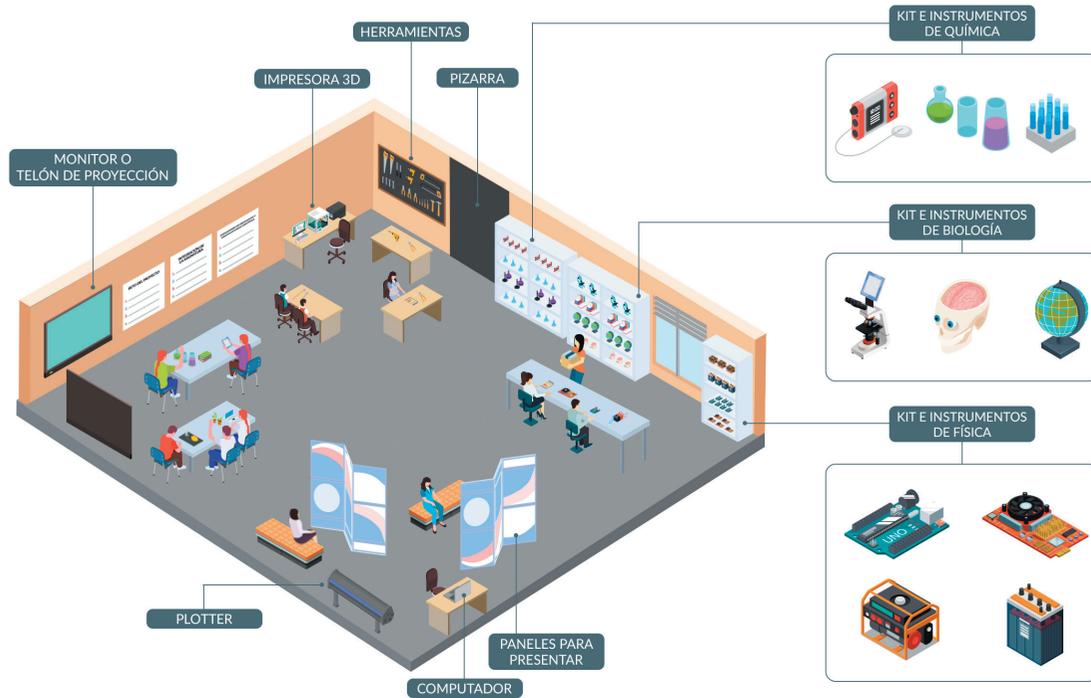


Figura 3. Espacio STEAM mostrando una sesión de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

