

# TECNOLOGÍA EDUCATIVA: REVISIÓN Y PERSPECTIVAS PARA INNOVACIONES CURRICULARES EN CHILE

## EDUCATIONAL TECHNOLOGY: REVIEW AND PERSPECTIVES FOR CURRICULAR REFORM IN CHILE

Yonnhatan García-Cartagena, Carla Olivares-Petit<sup>1</sup>

### Resumen

Este análisis examina fuentes académicas y estudios nacionales e internacionales sobre la Educación en Tecnología, con el fin de aportar elementos para la actualización curricular en la enseñanza básica y media en Chile. Se revisaron 27 artículos de la base de datos WoS, destacando que la disciplina se enseña de manera independiente e integrada, generando debates sobre la adopción acrítica y sesgos de género. Las innovaciones se centran en integrar programación y robótica con enfoques por proyecto, utilizando recursos como impresoras 3D y Arduino. La evaluación varía, predominando las evaluaciones de proceso e indagatorias, orientadas a la resolución de problemas tecnológicos. Se identifican tensiones en el pensamiento computacional, desarrollándose progresivamente desde pseudocódigo hasta lenguajes de programación avanzados. Se discute el potencial papel de nuevas tecnologías como Ciencias de los Datos e Internet de las Cosas en el desarrollo curricular. Este análisis crítico proporciona una base para informar decisiones en la actualización del currículum, considerando la integración efectiva de la tecnología en la educación chilena.

**Palabras clave:** Educación en Tecnología, Actualización Curricular, Integración Tecnológica, Evaluación de Aprendizajes, Pensamiento Computacional

### Abstract

This analysis examines academic sources and national and international studies on Technology Education in Chile, aiming to provide insights for curricular updates in primary and secondary education. Twenty-seven articles from the WoS database were reviewed, highlighting that the discipline is taught independently and integrated, sparking debates on uncritical adoption and gender biases. Innovations focus on integrating programming and robotics through project-based approaches, using resources like 3D printers and Arduino. Assessment varies, with a prevalence of process-oriented and inquiry-based evaluations, geared towards solving technological problems. Tensions in computational thinking are identified, progressing from pseudocode to advanced programming languages. The potential role of emerging technologies like Data Science and the Internet of Things in curricular development is discussed. This critical analysis lays a foundation to guide decisions in curriculum updates, considering the effective integration of technology into Chilean education.

**Keywords:** Educational Technology, Curricular Reform, Technological Integration, Learning Assessment, Computational Thinking

<sup>1</sup> Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.  
[jonnhatan.garcia@umce.cl](mailto:jonnhatan.garcia@umce.cl); [carla.olivares@umce.cl](mailto:carla.olivares@umce.cl)

## 1 Introducción

Históricamente, la Educación Tecnológica ha sido implementada en las escuelas bajo diversos enfoques.<sup>1</sup> En general se evidencian tres tendencias: (Rodríguez Acevedo, 1998):

- (i) un modelo centrado en desarrollar habilidades operativas y preparar a los jóvenes para el trabajo en el sector productivo,
- (ii) un modelo centrado en la adquisición de principios científicos y el análisis de estos principios como medio para comprender la tecnología,
- (iii) una combinación entre el modelo de diseño, el de competencias claves y el modelo CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad).

En acuerdo con Rodríguez Acevedo, estos modelos tienen debilidades pues perpetúan estereotipos de género y culturales y no enfatizan la resolución de problemas tecnológicos y la aplicación práctica en la realidad y tienden a fragmentar el diseño o la actividad CTS en asignaturas separadas sin una conexión aparente.

En el contexto local, las Bases Curriculares Chilenas de Tecnología de 1° a 6° tienen una concepción de la tecnología que se centra en la resolución de problemas y satisfacción de necesidades humanas mediante la producción, distribución y uso de bienes y servicios (Ministerio de Educación, 2013), en tanto que en las Bases Curriculares de Tecnología de 7° a 2° se evoluciona a una visión más amplia que incluye sistemas complejos, recursos materiales y energéticos, herramientas y tecnologías organizativas, enfatizando la importancia de la relación y coherencia entre productos y procesos, así como su impacto en términos de elaboración, efectos, usos y sustentabilidad (Ministerio de Educación, 2015). Esta complejización destaca cómo la tecnología afecta tanto las interacciones humanas como el medio ambiente y por ello, el propósito de la Educación Tecnológica implica desarrollar la capacidad de los estudiantes para crear soluciones sustentables frente a problemas tecnológicos, considerando sus impactos en las personas y el entorno.

Tras cerca de 50 años de constante evolución tecnológica, las TIC han transformado la sociedad y la forma en que vivimos, trabajamos y aprendemos (Soete et al., 2015), adicionalmente el uso de la robótica e inteligencia artificial están cambiando la forma de vivir, trabajar y relacionarnos a una escala y complejidad que la humanidad no ha vivido antes (Schwab, 2016). El presente documento realiza una revisión de literatura considerando diversas fuentes documentales provenientes del mundo académico, estudios de organizaciones nacionales e internacionales, entre otros, acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la Tecnología desde los avances curriculares para los ciclos educativos de 1° básico a 2° medio

## 2 Metodología

Para la selección del *corpus* se realizó una búsqueda en la base de datos *Web of Science* en el ámbito de Educación en Tecnología y los cambios curriculares para los niveles escolares de básica y media (ver Figura 1). Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión como el tipo de artículo y

---

<sup>1</sup> De Vries (2003) sintetiza diversos modelos europeos: “a craft-oriented approach, an industrial-production-oriented approach, a science-oriented approach, a design-oriented approach, a ‘high-tech’ approach, an engineering-concepts approach, a general capabilities or key competencies approach, and a social-issues-oriented approach” (de Vries, 2003, p. 229)

la temporalidad, además de excluir categorías del ámbito de la salud. Los criterios fueron los siguientes:

- Tipo de artículo: *review*
- Temporalidad: entre 2019 y 2023
- Tipo de revista: exclusión revistas del área de la salud
- Tipo de artículo: se excluyeron artículos del área de la salud

Finalmente, se obtuvo un total de 215 artículos, los cuales fueron sometidos a un análisis de contenido de sus títulos y resúmenes, en caso de dudas sobre el tema, se leyó el artículo para corroborar que correspondía con la temática. Finalmente, se seleccionaron 27 artículos que fueron los usados para elaborar esta revisión.

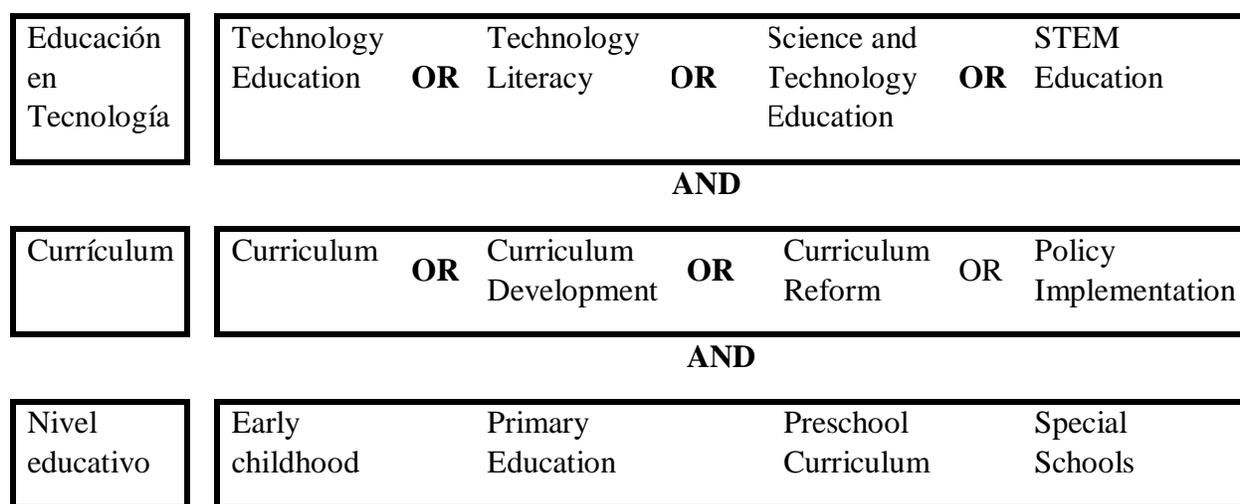


Figura 1. Estrategia de búsqueda con operadores booleanos

### 3 Hallazgos y Análisis

En esta sección se presentan los hallazgos de la revisión de los 27 artículos. Se categorizaron en cuatro áreas:

#### 3.1 Educación en Tecnología en primera infancia

Dos artículos se centraron exclusivamente en revisar estudios empíricos sobre Educación en Tecnología en primera infancia (0 – 8 años). El primer trabajo es de un equipo de investigación de Suecia de la Universidad de Gotemburgo, quienes analizaron 23 artículos (Eliasson et al., 2023). El otro equipo es de la Facultad de Educación de la Universidad de Hong Kong y revisaron 25 artículos (Su et al., 2023).

El trabajo de Eliasson (2023) analiza la literatura desde las dimensiones teóricas de DiGironimo sobre la naturaleza de la Tecnología. Este es un marco conceptual sustentado en un modelo que permite analizar la naturaleza del conocimiento tecnológico en contextos educativos. El modelo se basa en una comprensión histórica, filosófica y educativa de la tecnología y enfatiza la dimensión histórica de la misma. Así, el modelo define cinco dimensiones del conocimiento

tecnológico, representadas en forma de prisma con una base triangular (Figura 2). Las dimensiones se definen de la siguiente manera:

- a) Tecnología como artefactos, tanto como productos de innovación tecnológica como procesos tecnológicos.
- b) Tecnología como proceso de creación, que describe lo que se necesita para participar en un proceso tecnológico o sistema de procesos, tanto físicamente (objetos tecnológicos) como mentalmente (conocimiento específico).
- c) Tecnología como práctica humana, que abarca aspectos sociales, culturales y éticos de la participación humana en el proceso de creación tecnológica.
- d) Historia de la tecnología, que se refiere a cuándo y por qué se crearon por primera vez los artefactos técnicos y abarca el conocimiento acumulado por los humanos.
- e) Rol actual de la tecnología en la sociedad, asume el rol cambiante de la tecnología y cómo las personas experimentan y comprenden la tecnología a lo largo del tiempo.

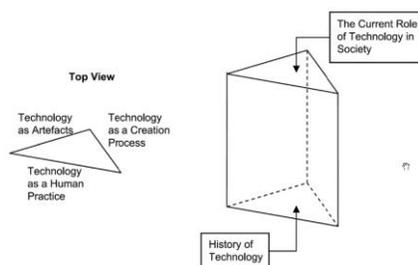


Figura 2. Modelo de DiGironimo sobre las dimensiones de la naturaleza de la Tecnología

Por su parte, la revisión de Su et al. (2023) se enfocó en analizar la literatura desde los aspectos curriculares, herramientas, métodos de investigación y efectos en el aprendizaje. En esta misma revisión, Su (2023), sugiere centrarse en el aprendizaje de robots y el uso de robots para mejorar las habilidades de los estudiantes, tales como: el pensamiento y las habilidades de resolución de problemas y el desarrollo de habilidades blandas. Eliasson (2023) destaca la importancia de involucrar a los niños en experiencias prácticas relacionadas con la tecnología y fomentar una comprensión más amplia de la tecnología en su contexto histórico y social. La literatura también destaca la relevancia de considerar las diferencias de género en las actividades relacionadas con la tecnología (Eliasson et al., 2023).

Para Su (2023) la educación infantil es un momento en el que se establecen los cimientos para los logros futuros en el aprendizaje y dado que en la sociedad actual los niños están expuestos a diversas tecnologías, preparar a los niños para el mundo de la tecnología es un tema importante. Lo anterior incluye el desarrollo de la capacidad para explicar el comportamiento de robots, desarrollar habilidades de diseño y evaluación, y mejorar el pensamiento tecnológico, el conocimiento y la alfabetización tecnológica.

Los métodos como el aprendizaje mediante el diseño y los métodos de colaboración permiten mejorar las experiencias de aprendizaje y los resultados de los estudiantes. Además, se reporta el uso de recursos como tabletas digitales y termómetros, para respaldar el aprendizaje en tecnología.

También se relatan algunas investigaciones que realizaron actividades para examinar un “entorno de control informatizado” y una secuencia de tareas, la construcción de modelos de puentes (mediante material 4DFrame) y diseño de castillos de niños. Eliasson (2023) comenta que la libertad de elección de los niños es importante para el éxito de la colaboración y el aprendizaje, pero que ciertos autores indican que el aprendizaje es más efectivo cuando las actividades están bien estructuradas. Por ello, estos autores sugieren que debe existir un equilibrio entre la libertad de elección de los niños y la estructuración de las secuencias de enseñanza.

En relación con las herramientas pedagógicas que se implementan en el currículum de Tecnología, Su et al. (2023) identificaron tres métodos principales: (i) la programación, (ii) el aprendizaje por diseño y la acción, y (iii) las actividades lúdicas y sin conexión a dispositivos electrónicos. La programación se utiliza para explorar el razonamiento y la estructura interna de los robots, mientras que el aprendizaje por diseño implica el registro de datos y el análisis de la relación entre el diseño de los niños y sus productos, estimulado por la narración de cuentos por parte de los profesores. Las actividades lúdicas y sin conexión permiten a los niños interactuar con la tecnología a través de la exploración y el juego, fomentando su participación activa como diseñadores y tecnólogos, incluso desde una edad temprana.

Respecto de la Naturaleza de la Tecnología, en las investigaciones revisadas por Eliasson (2023) se identifica un foco predominante en la tecnología como práctica humana. La dimensión que se encuentra menos representada es la historia de la tecnología (Figura 2). De lo anterior se desprende que, la Educación en Tecnología carece de una perspectiva crítica sobre la evolución de la tecnología misma, y no explora a fondo su rol en la sociedad contemporánea.

### **3.2 Enseñanza integrada de la Tecnología**

Otra categoría que emerge de la revisión de literatura se refiere a las metodologías integradas, particularmente el enfoque STEM. Esta categoría comprende un total de 7 artículos entre los que se advierten dos áreas. La primera se relaciona con revisiones de casos cuyo objetivo fue identificar técnicas de aprendizaje, métodos y resultados para proponer sugerencias sobre la implementación de la educación STEM (Abu Khurma et al., 2023; Holmes et al., 2021; Le et al., 2023; Wan et al., 2021). Otra temática que se advierte, es la revisión crítica a los enfoques integrados STEM desde una perspectiva sociotransformativa (Rodríguez y Shim, 2021), de género (Prieto-Rodríguez et al., 2020) y los problemas que afectan su adopción (Kayan-Fadlelmula et al., 2022).

Según el grado en que cada disciplina se superpone, Le et al. (2023) citando a Gresning (2014) clasifica las actividades integradas STEM como “aislado, conectado, anidado, multidisciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario”. Sin embargo, una forma de categorizarlas que resulta interesante mencionar es la de Rennie et al (2018), quien entrevistó a profesores de nivel K-12 y pudo advertir seis tipos de integración STEM: sincronizado, temático, basado en proyectos, interdisciplinario, especializado en la escuela y centrado en la comunidad.

Según Abu Khurma (2023) los métodos efectivos corresponden a Aprendizaje Basado en Proyectos, en Problemas, e Indagación. En la Tabla 1, se sintetizan los resultados de la revisión de Abu et al. (2023) para diversos métodos de aprendizaje por área STEM. Sin embargo, y como advierte Le et al. (2023), los resultados asociados al aprendizaje pueden variar según el enfoque

y la metodología específica adoptada. Aquellas que se realizan fuera del horario escolar se centran principalmente en promover el interés de los estudiantes por las carreras STEM, en tanto que las actividades dentro del horario escolar tienen como objetivo principal mejorar el rendimiento de los estudiantes y fomentar habilidades de pensamiento superior, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. (Le et al., 2023).

Tabla 1. “*Techniques of learning how to learn*” (Abu Khurma et al., 2023, p. 19)

Área STEM	Basado en Proyecto	Basado en Problema	Basado en indagación
Química	Hacer polímeros Pelotitas saltarinas	Cómo solucionar de problemas de digestión infantil	¿Por qué los huesos se vuelven duros?
Física	Hacer imanes flotantes	Cómo resolver el problema del cambio global	¿Qué historias antiguas pueden ayudarnos a comprender los sistemas de energía?
Biología	Criar mariposas	Cómo propagar especies nativas	¿Cómo incrementar las tasas de crecimiento de pollos de engorda?
TIC	Hacer un sistema de pronóstico del tiempo	Cómo resolver problemas de baja velocidad de internet	¿Cuáles son las características que definen una buena aplicación para detección de robo?
Matemática	Hacer un reloj con platos de cartón	Cómo presupuestar gastos del mes	¿Puede la matemática ayudar a los países a cooperar?

Wan (2021) sintetiza 11 estudios que sobre los efectos de actividades integradas de STEM en el aprendizaje de niños. Estas actividades fueron agrupadas en tres categorías: (i) programación de robots, (ii) diseño de ingeniería tradicional, y (iii) juegos digitales.

Algunos estudios advierten sobre la importancia de analizar cuidadosamente la implementación de prácticas de ingeniería en la educación (Rodríguez y Shim, 2021), y que levantan voces por enfoques más reflexivos y críticos para garantizar la equidad y la inclusión (Prieto-Rodríguez et al., 2020). En acuerdo con Rodríguez y Shim (2021), la noción utilitaria de que todo progreso es beneficioso para todos retrata una falsa pureza de las disciplinas STEM (ver Tabla 1), que niega innumerables actos de violencia contra individuos culturalmente diversos y contra el medio ambiente. Estos autores indican que es esencial que se realicen análisis críticos de los procesos de diseño de ingeniería, evitando una visión simplista que no considere los factores socioculturales que subyacen a los problemas. Basados en la perspectiva del constructivismo sociotransformativo,

los autores buscan promover una comprensión intercultural crítica y dismantelar las redes de opresión que obstaculizan el acceso a una educación para todos y todas. Y a su vez, enfatizan la importancia del diálogo, la actividad auténtica, la metacognición y la reflexividad en la enseñanza y el aprendizaje para lograr la comprensión y la acción transformadora.

Por su parte Prieto-Rodríguez et al. (2020), realizaron una búsqueda de literatura sobre intervenciones STEM en secundaria específicamente enfocada en mujeres, analizándolas según las taxonomías de Liben y Coyle (2014). Dentro de los resultados, las autoras indican que existen contradicciones inherentes al evitar los estereotipos de género en STEM, al mismo tiempo que se encuentran formas de involucrar a las niñas, son problemáticas y resaltan la complejidad involucrada en el diseño de intervenciones y los mensajes contradictorios que esas intervenciones pueden enviar (Prieto-Rodríguez et al., 2020). La baja representación de mujeres en áreas STEM también es descrita por Kayan (2022) para los países pertenecientes al Consejo de Cooperación para los Estados Árabes del Golfo.

### **3.3 Recursos para la Educación en Tecnología**

Una categoría que emerge de esta revisión se refiere a un conjunto de investigaciones que analizan el impacto que han tenido recursos específicos en la Educación en Tecnología. Por ejemplo, Novak et al., (2021) revisaron 79 estudios empíricos asociados al uso de la impresora 3D (3DP) en contextos formativos. También se reportan revisiones sobre aplicaciones para programar (Duoterron, 2023; Kieu et al., 2023; Papadakis, 2021). Por otra parte, la literatura también se ha ocupado de analizar el impacto en el aprendizaje de metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos (Zhang y Ma, 2023), los espacios de creación (Sharma, 2021) y la Educación en Diseño (Brosens et al., 2023)

La Educación en Tecnología debe adaptarse a los cambios y preparar a las futuras generaciones para un mundo en constante cambio. En el área del Diseño esto implica no solo adquirir conocimientos específicos del dominio, sino alinearse estrechamente con las demandas cambiantes de la industria 4.0. En este sentido Brosens et al. (2023) proponen que en Diseño se integren la metodología de diseño, la sostenibilidad y el diseño centrado en el ser humano. Además, sugieren que la educación en diseño se enfoque más en actividades basadas en la ciencia y utilice el dibujo y el prototipado como herramientas para fomentar habilidades exploratorias. Respecto de los objetivos de aprendizaje sugieren incluir diversos temas, entre los que incluyen habilidades colaborativas, habilidades de comunicación, habilidades empresariales, habilidades de pensamiento sistémico, habilidades de pensamiento innovador, habilidades de multiculturalidad y empatía, entre otras (Brosens et al., 2023). En cuanto a las metodologías, los autores sugieren fomentar la interdisciplinariedad, el aprendizaje basado en estudios de casos que incorpora habilidades del siglo XXI y se enfoca en el aprendizaje entre pares, y una mejor transferencia de conocimientos en el aprendizaje basado en problemas y proyectos, así como entre diferentes cursos.

Otra metodología que es transversal a las investigaciones y que recibe especial atención (Zhang y Ma, 2023) es el Aprendizaje Basado en Proyectos. El proceso ABP, puede mejorar significativamente los resultados de aprendizaje de los estudiantes en comparación con los modelos de enseñanza tradicionales. Sin embargo, los efectos de la enseñanza y el aprendizaje

verían según la asignatura, el tipo de curso, el período académico, el tamaño de los grupos, el tamaño de la clase y el período experimental. Los autores (Zhang y Ma, 2023) sugieren una estructura para la implementación del ABP que comprende cinco etapas (Figura 3): identificación de objetivos y alcance del proyecto, desarrollo de un plan de proyecto, ejecución del proyecto, seguimiento del progreso y resolución de problemas, y finalización del proyecto y presentación y evaluación del mismo. Estas etapas se basan en la orientación hacia problemas, el aprendizaje cooperativo y la autenticidad para influir en los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

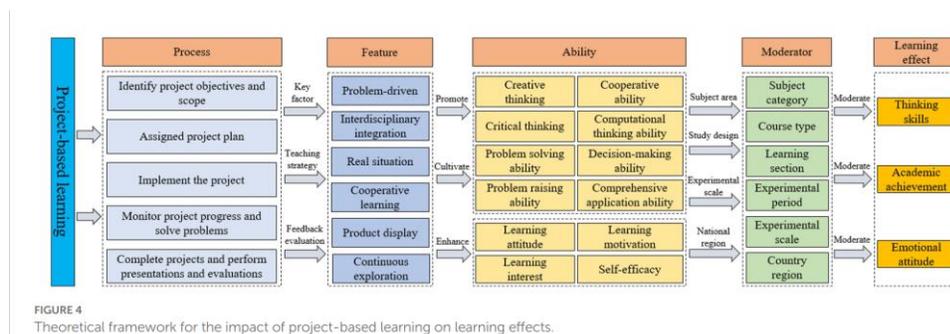


Figura 3. Estructura Teórica para ABP propuesta por Zhang (2023)

La integración de 3DP en contextos pedagógicos permite (i) preparar una nueva generación de ingenieros, (ii) democratizar la tecnología y la producción de fabricación aditiva, (iii) apoyar el aprendizaje utilizando ayudas de aprendizaje impresas en 3D de bajo costo, (iv) producir tecnologías de asistencia y (v) promover la creatividad y la innovación (Novak et al., 2021). Esta revisión sugiere que 3DP puede implementarse de varias maneras; por ejemplo, aprendizaje basado en diseño y aprendizaje por diseño. Los autores consideran fundamental desarrollar la comprensión sobre cómo preparar y comprometer a los estudiantes en el proceso de diseño, especialmente aquellos con escasa o nula experiencia en diseño. Los diseñadores principiantes suelen enfrentarse a situaciones frustrantes que los desmotiva, ya que tienen la creencia errónea de que los proyectos de diseño están claramente definidos y tienen una única respuesta correcta. Por ello sugieren que los estudiantes no se limiten a seguir procedimientos de diseño preestablecidos, sino que también se involucren en prácticas de diseño fundamentadas y auténticas. Como por ejemplo el diseño iterativo, el pensamiento reflexivo, la recopilación de información, la evaluación detallada de múltiples soluciones, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo. Asimismo, es crucial que reconozcan la posibilidad de enfrentar obstáculos y la necesidad de realizar rediseños si es necesario.

En relación con recursos digitales, Scratch se considera un programa sólido y eficaz, que se ha convertido en un recurso educativo abierto con beneficios educativos (Duo-Terron, 2023). Los proyectos en Scratch abarcan todas las disciplinas STEM, y también se conectan con STEAM al incorporar la creatividad, donde se establece una relación con el arte. Los estudiantes pueden realizar proyectos en las clases STEM o STEAM que requieran habilidades de pensamiento computacional, resolución de problemas, creatividad y colaboración a través de prácticas y experiencias con bloques de programación, tableros educativos, robótica, simuladores, aplicaciones móviles o inteligencia artificial y *machine learning*. En acuerdo con los autores, las

escuelas desempeñan un papel fundamental en la formación de ciudadanos críticos y con habilidades digitales, comenzando con proyectos basados en el pensamiento computacional. “For this reason, those administrations and educational policies interested in the initiation of CT as a launch pad for STEM-competence projects may consider the Scratch programme” (Duo-Terron, 2023, p. 24). Otra herramienta que reporta la literatura (Kieu et al., 2023) es Micro:bit. Entre sus principales beneficios se encuentra la mejora de las habilidades de programación y el pensamiento computacional de los estudiantes, además de fortalecer la comprensión de conceptos científicos y aumentar la motivación y participación.

Por último, respecto de recursos digitales, se reporta el análisis de aplicaciones de codificación (*coding apps*). Papadakis et al. (2021) analizaron cuatro App tomando como base la conceptualización de Pensamiento Computacional de Rose (2017) y los cuatro principios de Resnick y Mitchel<sup>2</sup> para introducir la Fluidez Computacional. Los resultados muestran que las habilidades esenciales de pensamiento computacional y programación, pueden ser enseñadas utilizando las cuatro aplicaciones mencionadas, pero que es fundamental que las aplicaciones de codificación utilizadas en la educación temprana no solo se enfoquen en la resolución de problemas, sino que también permitan a los niños expresarse y desarrollar habilidades cognitivas, lingüísticas y socioemocionales (Fluidez Computacional). Las aplicaciones digitales permiten a los estudiantes adquirir conocimientos de diversas áreas de manera experimental e inclusiva, fomentando la colaboración en espacios de creación (*Makerspaces*) o aulas del futuro, con atención a la diversidad (Sharma, 2021).

### **3.4 Nuevas tecnologías y habilidades para el futuro**

#### **3.4.1 Pensamiento Computacional**

Una de las formas en que las llamadas Ciencias de la Computación se han implementado a nivel curricular es mediante el concepto de Pensamiento Computacional. El Pensamiento Computacional (CT, por sus siglas en inglés) es un marco cognitivo multidimensional que abarca tres dimensiones clave: conceptual, práctica y perspectiva (Acevedo-Borrega et al., 2022). En este marco, el CT implica la comprensión conceptual de los conceptos computacionales, la aplicación práctica de métodos computacionales para resolver problemas y la perspectiva de abordar problemas complejos desde un enfoque computacional. Desde otra revisión de literatura (Kampylis et al., 2023) se reconoce que el CT ha sido conceptualizado desde una perspectiva educacional y curricular, una definición operacional y una definición genérica. La perspectiva curricular abarca cuatro prácticas computacionales diferentes (resolución de problemas o pensamiento algorítmico, construcción de algoritmos, depuración y simulación) y algunos conceptos. La dimensión operacional se relaciona con las prácticas del CT y se centra en cuatro ejes: descomposición de problemas, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño de algoritmos. En tanto que la dimensión genérica corresponde al proceso de pensamiento que implica formular un problema y expresar la(s) solución(es) para que una computadora, un ser humano o una máquina pueda realizarlo de manera efectiva (Kampylis et al., 2023). Con todo, la Competencia CT puede definirse como la capacidad fundamental que posee un individuo para

---

<sup>2</sup> “*Projects, Peers, Passion, and Play*”. Citado en Kamenetz, A. (2015). Engage Kids with Coding by Letting Them Design, Create, and Tell Stories. <https://www.kqed.org/mindshift/43097/engage-kids-withcoding-by-letting-them-design-create-and-tell-stories>. Consultado el 04/10/2023

abordar problemas de manera efectiva y creativa utilizando conceptos clave de la informática, como la abstracción, el pensamiento algorítmico, la automatización, la descomposición y la generalización. Implica la habilidad para crear artefactos computacionales, probar y depurar programas, colaborar en equipos multidisciplinarios y abordar problemas complejos de manera sistemática.

En general, la integración curricular del Pensamiento Computacional (CT) se logra eficazmente a través de la interdisciplinariedad (como STEM), y la inclusión de programación y robótica en el contenido curricular para desarrollar las habilidades de CT (Acevedo-Borrega et al., 2022).

### **3.4.2 Desarrollo de la Programación mediante Gamificación y Robótica Educativa**

Los juguetes programables pueden ser un punto de partida para proporcionar a los niños conceptos de programación, antes de la implicación de un kit de construcción robótico, que puede ser más complejo, porque requiere tanto la programación como la construcción de un robot (Cetin y Demircan, 2020). A través de la construcción y programación de robots, los niños pueden participar en la exploración y construcción de conocimiento interdisciplinario.

La programación mediante robots se ha llevado a cabo de dos formas, (i) mediante propuestas curriculares específicas y mediante (ii) actividades con robots de juguete programables, sin diseñar robots (Cetin y Demircan, 2020). Respecto del primero los autores describen principalmente la implementación de la propuesta curricular TangibleK<sup>3</sup> y algunas que se han basado en el uso de los kits de robótica KIBO<sup>4</sup>, entre otras<sup>5</sup>. En general, estos estudios resaltan la eficacia de la enseñanza de la robótica en entornos educativos tempranos para fomentar habilidades de programación, resolución de problemas y colaboración entre los niños, contribuyendo al desarrollo integral de los estudiantes. Por su parte, cuando solo programan sin diseñar robots, los niños programan y comprenden el comportamiento de robots y juguetes. Los niños pueden desarrollar conceptos de programación y mejorar sus habilidades matemáticas, especialmente en medición, orientación espacial y secuenciación. Los niños demostraron una mayor comprensión de cómo sus comandos influenciaban el comportamiento de los robots y pudieron simular dicho comportamiento antes de ejecutarlo.

En cuanto a la programación mediante gamificación, la literatura reporta dos tipos, los que se basan en lenguajes de programación o los basados en bloques. Al eliminar la necesidad de escribir instrucciones sintácticamente correctas, los lenguajes basados en bloques pueden mejorar el aprendizaje de conceptos de programación y evitar las dificultades con la sintaxis. Por ello, se indica que hay juegos con interfaces simples que son adecuados para niños más pequeños

---

<sup>3</sup> Propuesta de robótica educacional que usa programación tangible, es decir, lenguajes de programación en el que los comandos y estructuras de control se representan mediante objetos y que permiten construir un programa denominado Programa Tangible. <https://ecrp.illinois.edu/v12n2/bers.html>

<sup>4</sup> <https://kinderlabrobotics.com/kibo/>

<sup>5</sup> También se reporta el uso KIWI, el cual consta de hardware (el robot) y software para programar. El software se llama CHERP (*Creative Hybrid environment for computer Programming*). Esto se llevó a cabo mediante clases de 1h a lo largo de 8 semanas bajo el programa “Yo y Mi Comunidad” el cual buscaba que los estudiantes explorasen su identidad, la identidad de la escuela y el barrio. Las actividades se realizaban en grupo y cada clase se basaba en los conceptos enseñados en la clase anterior. Al final se debía desarrollar un proyecto con un mapa robótico interactivo que representa a la comunidad. (Sullivan y Bers, 2016)

(Lindberg et al., 2019). Sin embargo, los sistemas basados en bloques no pueden resolver todos los problemas que un programador principiante podría enfrentar. Además, en temas avanzados que requieren codificación más elaborada, los sistemas basados en bloques son menos efectivos (Lindberg et al., 2019).

### 3.4.3 *Inteligencia Artificial y Machine Learning*

La alfabetización en inteligencia artificial (IA) en las escuelas se ha centrado en habilidades técnicas, conceptuales y aplicadas en algunos dominios de interés (Casal-Otero et al., 2023). En acuerdo con estos autores, se requiere un marco de competencias para guiar las propuestas didácticas diseñadas por las instituciones educativas y definir un plan de estudios que refleje la secuencia y continuidad académica, que debería ser modular, personalizado y ajustado a las condiciones de las escuelas. Un ejemplo de esto es el listado de competencias propuestos por Long et al. (2020) que ha sido aplicado en un curso de cinco días, 2,5 h por día (Van Brummelen et al., 2021). Estas competencias son: Reconociendo la IA, Entendiendo la Inteligencia, Interdisciplinariedad, General vs. Específico, Fortalezas y Debilidades de la IA, Imaginando el Futuro de la IA, Representaciones, Toma de Decisiones, Etapas en Machine Learning, Rol Humano en la IA, Alfabetización en Datos, Aprendiendo de los Datos, Interpretación Crítica de Datos, Acción y Reacción, Sensores, Ética, Programabilidad.

En la enseñanza de la inteligencia artificial, se deben adoptar estrategias de enseñanza exploratorias (*exploratory education*)<sup>6</sup> que integren la ciencia, la informática y la práctica integral. También es fundamental no dejar de lado la dimensión ética y los aspectos sociales y de seguridad. De hecho, como sugieren algunos autores, considerar el diseño para el bien social podría fomentar o ayudar a motivar el aprendizaje sobre la inteligencia artificial (Chai et al., 2021).

Varios diseños curriculares han sido desarrollados para presentar conceptos de inteligencia artificial (IA) y promover la alfabetización en IA en preescolar, primaria, secundaria (Sanusi et al., 2023). Estos se centraron en cómo los niños pueden comprender los conceptos básicos de la IA: (i) sistemas basados en el conocimiento (*knowledge-bases system*), machine learning supervisado y IA generativa. La mayoría de las investigaciones utilizó robots para enseñar de manera efectiva los conceptos de IA, así como juegos, Alexa, aplicaciones y recursos sin conexión (*unplugged alternatives*). Las actividades de aprendizaje incluyen juegos de rol de robots y piedra papel o tijera<sup>7</sup>, ejercicios de programación, construcción de robots, discusiones, trabajos en grupo, demostraciones interactivas y acertijos. También se reportan modelos gestuales, mapas mentales, juegos de simulación y prácticas de investigación científica, como hacer preguntas y explicaciones. En cuanto a la evaluación, dado que la alfabetización en IA se ha centrado en aspectos principalmente conceptuales, generalmente está centrada en evaluar los aprendizajes conceptuales de los estudiantes sobre IA (Casal-Otero et al., 2023).

<sup>6</sup> Los autores usan *exploratory education*. Sin embargo parece más acertado expresarlo como estrategias de enseñanza exploratorias, entendiendo esto como métodos de enseñanza que motivan a los estudiantes a explorar y descubrir activamente el conocimiento por sí mismos. Este tipo de estrategia priorizan el aprendizaje práctico (*hands-on*), el pensamiento crítico y las habilidades para resolver problemas (Wang et al., 2020)

<sup>7</sup> <https://www.cs.stir.ac.uk/~kms/schools/rps/index.php> más aplicaciones en (Sabuncuoglu, 2020).

### 3.4.4 Internet de las Cosas

El Internet de las cosas (IoT) abarca una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias y tiene un gran potencial para enseñar temas STEM de manera experiencial al involucrar hardware, software, datos en tiempo real y la interacción humana. La naturaleza multidimensional de IoT se puede plantear mediante arquitecturas conceptuales multicapa (Abichandani et al., 2022). En general, IoT se puede expresar como un sistema formado por cuatro dimensiones: detección del mundo real, redes de comunicación, software de servicio e interfaces de usuario (ver Figura 4). En acuerdo con los autores (Abichandani et al., 2022), este modelo de cuatro capas permite diseñar propuestas curriculares, estrategias de aprendizaje y evaluación de manera multidisciplinaria mientras alfabetizan a los estudiantes en los desafíos técnicos y sociales asociados con IoT.

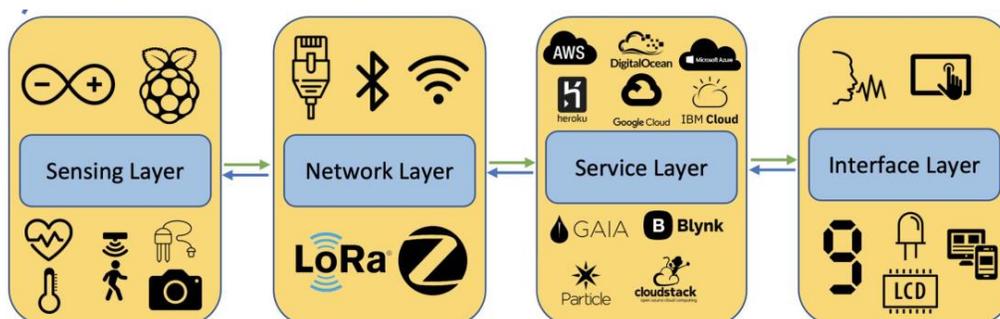


Figura 4. Modelo de cuatro capas tomado de (Abichandani et al., 2022)

En la escuela, la literatura reporta que se han utilizado enfoques como el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en la Indagación para integrar curricularmente IoT. Estas estrategias involucran a los estudiantes en proyectos multidisciplinarios que utilizan sensores IoT para crear experiencias de aprendizaje lúdicas y prácticas. Se reportan evaluaciones directas e indirectas. Las evaluaciones directas proporcionan evidencia cuantificable sobre cuán bien los estudiantes han dominado los resultados de aprendizaje basados en la evaluación de muestras reales del trabajo de los estudiantes. Las evaluaciones indirectas determinan el grado o el valor percibido de las experiencias de aprendizaje en los estudiantes al evaluar sus opiniones o pensamientos sobre el conocimiento y las habilidades del curso

### 3.5 Brecha en Competencia Digital

Por último, dos revisiones se dedicaron a estudiar la Competencia Digital, es decir, la forma en que se ha desarrollado la integración curricular de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Choudhary y Bansal (2022) revisaron 86 investigaciones relacionadas con los Programas de Capacitación en Tecnologías Digitales para Poblaciones Marginadas en países desarrollados y en desarrollo. Estos autores sugieren que las competencias digitales de nivel bajo deben introducirse en primeras etapas de formación. Estas pueden incluir habilidades operativas, alfabetización en información y datos, comunicación y colaboración, y habilidades de seguridad. Por otro lado, las competencias de nivel alto, como la resolución de problemas, deben introducirse en el plan de estudios para estudiantes de nivel intermedio y avanzado. Estas corresponden a pueden incluir competencias como la creación de contenido digital, la resolución de problemas y las competencias relacionadas con la carrera.

Respecto a las implementaciones de Planes para disminuir la brecha digital, los resultados indican que, aunque se han realizado esfuerzos continuos para integrar a las personas socialmente excluidas y con discapacidad, la efectividad de estas iniciativas depende de la preparación cuidadosa de técnicas que consideren el contexto y las necesidades de los participantes (Choudhary y Bansal, 2022). En otras palabras, para que estas acciones tengan éxito, deben adaptarse a las circunstancias y demandas específicas de las personas a las que se dirigen. En este sentido, aunque sorprende, es bastante significativo que en el estudio realizado por Nyanja y Musonda (2020) los recursos que reportan incluyen como TIC a los libros de texto y en la infraestructura TIC a escáneres/fotocopiadoras, computadoras/portátiles, proyectores, impresoras y laboratorios de informática.

## 4 DISCUSIÓN

El desarrollo de la Educación en Tecnología no solo se ve influenciado por la visión general sobre el progreso tecnológico, sino también por las particularidades y desafíos específicos de cada contexto local. En el caso de Chile, es esencial considerar la diversidad cultural, social y geográfica que caracteriza al país. La definición de una cultura tecnológica adecuada para la Educación en Tecnología debe estar arraigada en la realidad chilena, tomando en cuenta las necesidades específicas de nuestra sociedad.

### 4.1 *Hacia la ciencia de los datos*

Chile concentra alrededor del 70% de la capacidad tecnológica en observatorios y se estima que genera cerca de 20 Petabytes de datos astronómicos por año (Arancibia et al., 2018) con lo cual se podría transitar desde un lugar de recopilación de datos hacia la astroinformática (Espinosa-Rada et al., 2019), convirtiendo a los datos astronómicos en el nuevo cobre del futuro (Tironi Rodo y Valderrama Barragán, 2023). Para no repetir los errores del pasado, Chile tendría que pasar de ser un país de astrónomos a un país de *data scientist*<sup>8</sup>. Esto requiere impulsar las potencialidades astronómicas desde todas las instituciones. En este aspecto, las instituciones educacionales deben asumir un rol protagónico desarrollando desde la primera infancia el Pensamiento Computacional (Acevedo-Borrega et al., 2022; Kamylyis et al., 2023) y la Ciencia de los Datos desde una perspectiva humanista que reconozca y estudie las relaciones entre los estudiantes y los datos, considerando factores personales, culturales y sociopolíticos (Lee et al., 2021).

El modelo de cuatro capas del IoT (Abichandani et al., 2022) podría ser una entrada para diseñar propuestas curriculares de manera multidisciplinaria mientras alfabetizan a los estudiantes en los desafíos técnicos y sociales asociados con las nuevas tecnologías. La fase de desarrollo de Sensores está ligada a la programación, y la literatura revela que programación es el área de las Ciencias de la Computación que ha tenido mayor desarrollo curricular (Lindberg et al., 2019) y se han desarrollado gran cantidad de métodos y recursos para su integración curricular (Duo-Terron, 2023; Kieu et al., 2023). Por su parte la fase de Redes se asocia a la comunicación y a compartir información, por ello se podrían desarrollar aspectos de la competencia digital como ciudadanía

---

<sup>8</sup> Se pueden consultar reportes de prensa al respecto en <https://www.americaeconomia.com/articulos/el-observatorio-virtual-de-datos-que-monopoliza-la-astronomia-en-chile>, y <https://www.emol.com/noticias/Economia/2018/08/29/918679/Chile-como-la-nube-de-la-astronomia-mundial-El-proyecto-que-busca-posicionar-al-pais-como-el-lider-mundial-de-Astro-Data.html>. Consultado el 01/10/2023

digital y de privacidad de datos. Estrechar la brecha en competencia digital es una necesidad de diversos países en vías de desarrollo (Choudhary y Bansal, 2022; Nyanja y Musonda, 2020) incluido Chile<sup>9</sup>. Por ello la fase de Servicios podría comprender la introducción de aspectos de la competencia digital, como uso software de gestión de información, entre otros. Por último, la fase de Interfaces, se asocia al diseño en un amplio espectro (Novak et al., 2021). Esto implica no solo adquirir conocimientos específicos de diseño, sino también desarrollar habilidades esenciales del siglo XXI y alinearse estrechamente con las necesidades de las áreas industriales (Brosens et al., 2023).

#### **4.2 A modo de conclusión**

En acuerdo con Rahm (2023), la organización de la sociedad, incluido el control de sus ciudadanos, se mantiene en parte a través de imaginarios educativos sobre las tecnologías digitales. Los esfuerzos educativos financiados por el gobierno dirigen a los ciudadanos hacia el mercado capitalista digital, donde se convierten en 'usuarios'. Sin embargo, la integración de tecnologías digitales se podría convertir en una vía de solución para abordar la exclusión social y preparar a las personas para el uso omnipresente de la tecnología digital, buscando un equilibrio adecuado en la formación (Rahm, 2023) evitando posturas dataistas (Harari, 2016).

Es importante analizar críticamente la implementación de prácticas de ingeniería en la educación y por medio de enfoques reflexivo y crítico que garanticen la equidad y la inclusión en la enseñanza de ciencias en entornos diversos (Rodríguez y Shim, 2021). Existen enfoques latinoamericanistas que desarrollan experiencias desde perspectiva crítica y situada en el estudio de la educación en ciencia y tecnología, particularmente en Formación Crítica en Sistemas Técnicos de Energía (Ravelo Franco, 2023). Estas se basan principalmente en Educación Popular y la Teoría Crítica de la Tecnología, los cuales plantean desafíos y orientaciones para la educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad en América Latina.

El aprendizaje basado en proyectos puede mejorar significativamente los resultados de aprendizaje de los estudiantes en comparación con los modelos de enseñanza tradicionales (Zhang y Ma, 2023). Recientemente se ha publicado un libro de programación con Arduino con 15 talleres y 7 proyectos que han sido contextualizadas al currículum escolar chileno, con la intención de incorporar el ABP en cursos de ciencias y, en particular, en Ciencias para la Ciudadanía. En los talleres introductorios se desarrollan las nociones básicas para el trabajo con diversos componentes, los que son considerados, cada uno por separado, como bloques estructurales para el desarrollo de los proyectos. En cuanto a los proyectos, se propone construir aplicaciones para el mundo real, donde la intención es que al desarrollar esos proyectos se pueda efectivamente contextualizar la enseñanza de las disciplinas STEM (Sepúlveda y García Cartagena, 2022). Esta colaboración puede ser un punto de referencia local para integrar la programación en la escuela y formar creadores más que solo usuarios de tecnología.

La propuesta de cuatro capas es una primera aproximación para pensar un currículum de Educación en Tecnología para las escuelas que se formula de manera intuitiva y no sistemática. Se basa en

---

<sup>9</sup> Estrategia de Transformación Digital. Plan de Reactivación Educativa 2023.  
<https://reactivacioneducativa.mineduc.cl/> Consultado el 06/10/2023

una visión que requiere conciliar visiones que superan la postura académica y que deben ser contrastadas con la realidad. Pues algo que emerge de la revisión es que la formación de profesores con altas competencias en didáctica de la Tecnología es crucial. Por ejemplo en el tópico más mediático del último tiempo, la Inteligencia Artificial, en educación, se espera que no solo impacte en los ambientes de aprendizaje pues también transformará el conocimiento profesional docente para desarrollar aprendizajes basados en IA (Seufert et al., 2021). Por lo tanto, para una integración efectiva de la IA en la educación, es importante que los docentes tengan conocimientos tecnológicos y pedagógicos acordes a su disciplina (Celik, 2023). Conocer qué es la Inteligencia Artificial y lo que puede lograr en comparación con los humanos puede ayudar a prever qué habilidades pueden volverse obsoletas y cuáles pueden ser más significativas en el futuro (OECD, 2023). Esto implica más que solo crear y usar tecnología de manera productiva, también se deben desarrollar habilidades para el futuro como seguridad digital, privacidad de los datos y un razonamiento ético en uso de las tecnologías (Kotsiou et al., 2022).

Respecto de los enfoques integrados, curricularmente aún hay mucha incertidumbre en torno a su implementación y los beneficios por el cual fueron concebidos (Lyons, 2020). Por ello, esta revisión no logra concluir cuál es el rol de las ciencias y de las matemáticas, incluso otras disciplinas como las artes en la Educación en Tecnología. Lo que sí está claro es que las ciencias naturales no deben absorber la responsabilidad del desarrollo tecnológico del país mediante la integración de la tecnología. La Química, por ejemplo, sí puede traspasar límites y conceptualizarse como una tecnociencia (Talanquer, 2013), pero la dilución de las disciplinas en enfoques integrados no permite el desarrollo de la ciencia ni la tecnología en el país.

Respecto de los alcances y límites de la presente revisión, lo primero que se debe indicar es que, por medio de una comparación entre la literatura sobre STEM en comparación con las Informática o Ciencias de la Computación, Decker et al. (2019) indica que no queda claro en la literatura sobre educación informática cuáles son las prácticas más efectivas para involucrar a los estudiantes con estas tecnologías, ni tampoco la efectividad a largo plazo de las actividades, particularmente con respecto a las afirmaciones de fomentar el interés de los estudiantes en la disciplina. En su estudio concluye que se debe mejorar la credibilidad de la investigación educativa en los niveles de educación primaria y secundaria (k-12) y en la educación universitaria relacionada con STEM+C (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y computación). Los autores sugieren que los investigadores realicen una presentación detallada de la información demográfica de los participantes, así como de los elementos del programa de intervención utilizado en sus investigaciones. Con ello, los resultados de las revisiones (ver Tabla 1) no se pueden generalizar sin un enfoque crítico (Prieto-Rodríguez et al., 2020; Rodríguez y Shim, 2021).

Al reflexionar sobre la relación entre los resultados obtenidos y la contribución a la Educación Tecnológica del país, reconocemos la necesidad de fortalecer esta conexión. Proponemos una ampliación de nuestro análisis para destacar cómo las tendencias y enfoques identificados en la revisión de literatura pueden aplicarse de manera más específica y efectiva en el contexto educativo chileno. Entendemos que esta revisión puede sentar las bases para investigaciones futuras que profundicen en elementos contextuales adicionales específicos de Chile.

## 5 Referencias

- Abichandani, P., Sivakumar, V., Lobo, D., Iaboni, C., y Shekhar, P. (2022). Internet-of-Things Curriculum, Pedagogy, and Assessment for STEM Education: A Review of Literature. En *IEEE ACCESS* (Vol. 10, pp. 38351-38369). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3164709>
- Abu Khurma, O., Al Darayseh, A., y Alramamneh, Y. (2023). A Framework for Incorporating the “Learning How to Learn” Approach in Teaching STEM Education. En *Education Sciences* (Vol. 13, Número 1). <https://doi.org/10.3390/educsci13010001>
- Acevedo-Borrega, J., Valverde-Berrocoso, J., y Garrido-Arroyo, M. del C. (2022). Computational Thinking and Educational Technology: A Scoping Review of the Literature. En *Education Sciences* (Vol. 12, Número 1). <https://doi.org/10.3390/educsci12010039>
- Arancibia, D., Bayo, A., Cabrera-Vives, G., Föster, F., González, R., Hamuy, M., Maureira, J. C., Quinn, P., Rada, J., Rodríguez, G., Santander-Vela, J., Tarengi, M., Ruiz, M. T., San-Martin, M., y Williams, R. (2018). The Data Observatory, a vehicle to foster digital economy using natural advantages in astronomy in Chile. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 14(A30), 591-593. <https://doi.org/10.1017/S174392131900557X>
- Brosens, L., Raes, A., Octavia, J. R., y Emmanouil, M. (2023). How future proof is design education? A systematic review. En *International Journal of Technology and Design Education* (Vol. 33, Número 2, pp. 663-683). <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09743-4>
- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernandez-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., y Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: A systematic literature review. En *International Journal of STEM Education* (Vol. 10, Número 29). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers’ professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Cetin, M., y Demircan, H. (2020). Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: A systematic literature review. *Early Child Development and Care*, 190(9), 1323-1335. <https://doi.org/10.1080/03004430.2018.1534844>
- Chai, C. S., Lin, P.-Y., Jong, M. S.-Y., Dai, Y., Chiu, T. K. F., y Qin, J. (2021). Perceptions of and Behavioral Intentions towards Learning Artificial Intelligence in Primary School Students. *Educational Technology y Society*, 24(3), 89-101.
- Choudhary, H., y Bansal, N. (2022). Addressing Digital Divide through Digital Literacy Training Programs: A Systematic Literature Review. En *Digital Education Review* (Número 41, pp. 224-248).
- de Vries, M. J. (2003). School technology education in Europe in the early twenty-first century: Towards a closer relationship with science education. En E. W. Jenkins (Ed.), *Innovations In Science And Technology Education: Volume 8: Vol. VIII*. UNESCO Publishing.
- Decker, A., y McGill, M. M. (2019). A Systematic Review Exploring the Differences in Reported Data for Pre-College Educational Activities for Computer Science, Engineering, and Other STEM Disciplines. En *Education Sciences: Vol. 9(2)* (Número 69). <https://doi.org/10.3390/educsci9020069>
- Duo-Terron, P. (2023). Analysis of Scratch Software in Scientific Production for 20 Years: Programming in Education to Develop Computational Thinking and STEAM Disciplines. En *Education Sciences* (Vol. 13, Número 404). <https://doi.org/10.3390/educsci13040404>

- Eliasson, S., Peterson, L., y Lantz-Andersson, A. (2023). A systematic literature review of empirical research on technology education in early childhood education. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(3), 793-818. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09764-z>
- Espinosa-Rada, A., Ortiz-Ruiz, F., Cereceda-Lorca, T., Espinosa-Rada, A., Ortiz-Ruiz, F., y Cereceda-Lorca, T. (2019). Astroinformática y prospección de la astronomía chilena: Subdisciplina en el escenario global y desarrollo científico local. *Cultura-hombre-sociedad*, 29(1), 276-305. <https://doi.org/10.7770/0719-2789.2019.cuhso.01.a02>
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K., y Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: A review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>
- Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: Breve historia del mañana*. Penguin Random House Grupo Editorial España.
- Holmes, K., Mackenzie, E., Berger, N., y Walker, M. (2021). Linking K-12 STEM Pedagogy to Local Contexts: A Scoping Review of Benefits and Limitations. En *Frontiers in Education* (Vol. 6). <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.693808>
- Kampylis, P., Dagiene, V., Bocconi, S., Chiocciariello, A., Engelhardt, K., Stupuriene, G., Masiulionyte-Dagiene, V., Jasute, E., Malagoli, C., Horvath, M., y Earp, J. (2023). Integrating Computational Thinking into Primary and Lower Secondary Education: A Systematic Review. En *Educational Technology y Society* (Vol. 26, Número 2, pp. 99-117). [https://doi.org/10.30191/ETS.202304\\_26\(2\).0008](https://doi.org/10.30191/ETS.202304_26(2).0008)
- Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N., y Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: Trends, gaps and barriers. En *International Journal of STEM Education* (Vol. 9, Número 2). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00319-7>
- Kieu, T. Q., Nguyen, V. B., y Nguyen, A. T. (2023). Micro: Bit in Science Education: A Systematic Review. En *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA* (Vol. 9, Número 1, pp. 1-14). <https://doi.org/10.30870/jppi.v9i1.19491>
- Kotsiou, A., Fajardo-Tovar, D. D., Cowhitt, T., Major, L., y Wegerif, R. (2022). A scoping review of Future Skills frameworks. En *Irish Educational Studies* (Vol. 41, Número 1, pp. 171-186). <https://doi.org/10.1080/03323315.2021.2022522>
- Le, H. C., Nguyen, V. H., y Nguyen, T. L. (2023). Integrated STEM Approaches and Associated Outcomes of K-12 Student Learning: A Systematic Review. En *Education Sciences: Vol. 13(3)* (Número 297). <https://doi.org/10.3390/educsci13030297>
- Lee, V. R., Wilkerson, M. H., y Lanouette, K. (2021). A Call for a Humanistic Stance Toward K-12 Data Science Education. En *Educational Researcher* (Vol. 50, Número 9, pp. 664-672). <https://doi.org/10.3102/0013189X211048810>
- Liben, L. S., y Coyle, E. F. (2014). Developmental Interventions to Address the STEM Gender Gap: Exploring Intended and Unintended Consequences. En *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 47, pp. 77-115). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2014.06.001>
- Lindberg, R. S. N., Laine, T. H., y Haaranen, L. (2019). Gamifying programming education in K-12: A review of programming curricula in seven countries and programming games. En *British Journal of Educational Technology* (Vol. 50, Número 4, pp. 1979-1995). <https://doi.org/10.1111/bjet.12685>

- Long, D., y Magerko, B. (2020). What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Lyons, T. (2020). Seeing through the acronym to the nature of STEM. *Curriculum Perspectives*, 40(2), 225-231. <https://doi.org/10.1007/s41297-020-00108-2>
- Ministerio de Educación. (2013). *Bases Curriculares. Primero a Sexto Básico*. Unidad de Currículum y Evaluación. <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Documentos-Curriculares/Bases-curriculares/22394:Bases-Curriculares-1-a-6-basico>
- Ministerio de Educación. (2015). *Bases Curriculares. 7° básico a 2° medio*. Unidad de Currículum y Evaluación. <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Documentos-Curriculares/Bases-curriculares/37136:Bases-Curriculares-7-basico-a-2-medio>
- Novak, E., Brannon, M., Librea-Carden, M. R., y Haas, A. L. (2021). A systematic review of empirical research on learning with 3D printing technology. En *Journal of Computer Assisted Learning* (Vol. 37, Número 5, pp. 1455-1478). <https://doi.org/10.1111/jcal.12585>
- Nyanja, N., y Musonda, E. (2020). A review of the ICT subject implementation in schools: A perspective of Lusaka Province (Zambia). En *Education and Information Technologies* (Vol. 25, pp. 1109-1127). <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10014-4>
- OECD. (2023). *Is Education Losing the Race with Technology?: AI's Progress in Maths and Reading*. OECD. <https://doi.org/10.1787/73105f99-en>
- Papadakis, S. (2021). The Impact of Coding Apps to Support Young Children in Computational Thinking and Computational Fluency. A Literature Review. En *Frontiers in Education* (Vol. 6). <https://doi.org/10.3389/educ.2021.657895>
- Prieto-Rodríguez, E., Sincock, K., y Blackmore, K. (2020). STEM initiatives matter: Results from a systematic review of secondary school interventions for girls. En *International Journal of Science Education* (Vol. 42, Número 7, pp. 1144-1161). <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1749909>
- Rahm, L. (2023). Educational imaginaries: Governance at the intersection of technology and education. *Journal of Education Policy*, 38(1), 46-68. <https://doi.org/10.1080/02680939.2021.1970233>
- Ravelo Franco, A. (2023). Teoría crítica de la tecnología en Latinoamérica: Educando sobre el acceso a electricidad. *Cuadernos de Filosofía Latinoamericana*, 44(128), Article 128. <https://doi.org/10.15332/25005375.8253>
- Rennie, L., Venville, G., y Wallace, J. (2018). Making STEM Curriculum Useful, Relevant, and Motivating for Students. En R. Jorgensen y K. Larkin (Eds.), *STEM Education in the Junior Secondary: The State of Play* (pp. 91-109). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-5448-8\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-10-5448-8_6)
- Rodríguez, A. J., y Shim, S. W. (2021). Addressing critical cross-cultural issues in elementary STEM education research and practice: A critical review essay of Engineering in Elementary STEM Education. En *Cultural Studies of Science Education* (Vol. 16, Número 1, pp. 1-17). <https://doi.org/10.1007/s11422-020-09993-5>
- Rodríguez Acevedo, G. D. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una mirada desde la educación en tecnología. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 107-143. <https://doi.org/10.35362/rie1801094>
- Rose, S., Habgood, J., y Jay, T. (2017). An exploration of the role of visual programming tools in the development of young children's computational thinking. *Electronic Journal of E-Learning*, 15(4), Article 4.

- Sabuncuoglu, A. (2020). Designing One Year Curriculum to Teach Artificial Intelligence for Middle School. *Proceedings of the 2020 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 96-102. <https://doi.org/10.1145/3341525.3387364>
- Sanusi, I. T., Oyelere, S. S., Vartiainen, H., Suhonen, J., y Tukiainen, M. (2023). A systematic review of teaching and learning machine learning in K-12 education. En *Education and Information Technologies* (Vol. 28, Número 5, pp. 5967-5997). <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11416-7>
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Penguin Random House Grupo Editorial España.
- Sepúlveda, N., y García Cartagena, Y. (2022). *Aprendizaje basado en proyectos con ARDUINO*. Sello Editorial Universidad Central. <https://www.ucentral.cl/aprendizaje-basado-en-proyectos-con-arduino>
- Seufert, S., Guggemos, J., y Sailer, M. (2021). Technology-related knowledge, skills, and attitudes of pre- and in-service teachers: The current situation and emerging trends. *Computers in Human Behavior*, 115, 106552. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106552>
- Sharma, G. (2021). The Makerspace Phenomenon: A Bibliometric Review of Literature (2012-2020). En *International Journal of Innovation and Technology Management* (Vol. 18, Número 03, p. 2150006). <https://doi.org/10.1142/S0219877021500061>
- Soete, L., Schneegans, S., Eröcal, D., Angathevar, B., y Rasiah, R. (2015). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia, hacia 2030 (Resumen ejecutivo)*. UNESCO. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_spa)
- Su, J., Zhong, Y., y Chen, X. (2023). Technology education in early childhood education: A systematic review. En *Interactive Learning Environments* (pp. 1-14). <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2160470>
- Sullivan, A., y Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Talanquer, V. (2013). School Chemistry: The Need for Transgression. *Science y Education*, 22(7), 1757-1773. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9392-x>
- Tironi Rodo, M., y Valderrama Barragán, M. (2023). From copper mining to data extractivism? Data worth making at Chile's Data Observatory Foundation. *Environment and Planning D: Society and Space*, 41(3), 411-432. <https://doi.org/10.1177/02637758231183719>
- Van Brummelen, J., Heng, T., y Tabunshchik, V. (2021). Teaching Tech to Talk: K-12 Conversational Artificial Intelligence Literacy Curriculum and Development Tools. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35(17), 15655-15663. <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i17.17844>
- Wan, Z. H., Jiang, Y., y Zhan, Y. (2021). STEM Education in Early Childhood: A Review of Empirical Studies. En *Early Education and Development* (Vol. 32, Número 7, pp. 940-962). <https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1814986>
- Wang, H., Liu, Y., Han, Z., y Wu, J. (2020). Extension of media literacy from the perspective of artificial intelligence and implementation strategies of artificial intelligence courses in junior high schools. *2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)*, 63-66. <https://doi.org/10.1109/ICAIE50891.2020.00022>

Zhang, L., y Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. En *Frontiers in Psychology* (Vol. 14). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>