

*Universidades coordinadoras*



# MÁSTER EN ESTUDIOS DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN

DEFENDIDO EN LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Curso 2023-2024

**EL CONCEPTO DE ALFABETIZACIÓN TECNOLÓGICA:  
REVISIÓN CRÍTICA DE DEFINICIONES, INDICADORES Y ESTÁNDARES**

**AUTOR/A: José Antonio Gallego Casero**

**TUTOR/A: Belén Laspra Pérez**

Fdo. (firma)

Fdo. (firma)

Oviedo, 08 / 07 / 2024

Contenido	
<b>Resumen</b> .....	1
<b>1. Introducción</b> .....	2
<b>2. Percepción social de la tecnología en España</b> .....	3
<b>2. El concepto de alfabetización tecnológica</b> .....	7
<b>3. La alfabetización tecnológica dentro del currículo educativo</b> .....	18
<b>4. Conclusiones</b> .....	20

## Resumen

La percepción de la tecnología en la sociedad es un tema relevante. En un mundo hipertecnológico, la ciudadanía debe comprender el impacto de las tecnologías en la sociedad en gran medida porque la alfabetización tecnológica es crucial para participar y tomar decisiones informadas en las sociedades democráticas. No obstante, la información sobre la percepción social de la tecnología es limitada, una situación que contrasta con la abundancia de estudios sobre percepción de la ciencia, que además suelen centrarse en la ciencia o la ciencia aplicada, dejando a un lado la tecnología. En este trabajo, se revisa el concepto de alfabetización tecnológica con el objetivo de indagar en la posibilidad de un concepto de alfabetización tecnológica como distinto del concepto de alfabetización científica, para ello se revisan algunas de las definiciones más relevantes. Finalmente, se aterriza la reflexión en el ámbito de la enseñanza de la tecnología, atendiendo a los estándares utilizados para garantizar una alfabetización tecnológica adecuada al terminar la educación obligatoria.

**Palabras clave:** alfabetización tecnológica, percepción de la tecnología, estándares educativos

## Abstract

The perception of technology in our society is very important. In a hyper-technological world, citizens must understand the impact of technologies on society largely because technological literacy is determining to participate and take well-informed decisions in democratic societies. However, information on the social perception of technology is limited, a situation that contrasts with the abundance of studies on the perception of science, which also tend to focus on science or applied science, leaving technology aside. In this work, the concept of technological literacy is reviewed with the aim of investigating the possibility of a concept of technological literacy as distinct from the concept of scientific literacy; for this purpose, some of the most relevant definitions are reviewed. Finally, the reflection lands in the field of technology teaching, taking into account the standards used to guarantee adequate technological literacy at the end of compulsory education.

**Keywords:** technological literacy, perception of technology, educational standards

## 1. Introducción

Si quisiéramos conocer la percepción de la tecnología que tiene la sociedad española, acudiríamos sin duda a las encuestas e informes de percepción social de la ciencia y la tecnología. Se buscarían preguntas como ¿qué grado de conocimiento se tiene sobre la tecnología?, ¿cuál es el interés?, ¿hay conciencia sobre sus beneficios o riesgos?, ¿participa la sociedad en las decisiones sobre tecnologías?, ¿cómo impacta la tecnología en los cambios sociales? Sin embargo, hay pocos datos que midan la percepción de la tecnología de forma específica porque en la mayoría de los casos los estudios se centran en recoger información sobre los conocimientos científicos, en la imagen de la práctica científica y la valoración del impacto del desarrollo científico. La *Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología* (PSCT) realizada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), es un ejemplo de estos estudios, aunque en el rótulo aparece tanto “ciencia” como “tecnología”, las preguntas que contiene guardan más relación con la primera que con la última. No obstante, esta encuesta recoge desde 2002 información de utilidad para obtener una imagen de la percepción social de la tecnología y de aplicaciones tecnológicas específicas. Se podría caracterizar a la sociedad española con un interés medio en la ciencia y la tecnología; tecno-optimista y confiada en que la tecnología ayudará a resolver problemas presentes y futuros; poco interesada en participar en decisiones sobre la tecnología; y con cierta carencia de conocimientos técnicos. Pero estos datos, aunque de utilidad, podrían no ser suficientes. En los últimos 200 años, varias revoluciones tecnológicas han transformado enormemente el mundo y la sociedad, promoviendo un desarrollo científico y tecnológico sin parangón. Además, en las últimas décadas, la revolución de la informática y las telecomunicaciones supone un desarrollo exponencial de la tecnología, una extensión de la tecnología a cualquier ámbito cotidiano y que induce a cambios sociales a escala global de manera frecuente y veloz.

En este contexto de mundo hipertecnológico la sociedad no puede tener un mero rol de usuario de la tecnología. La tecnología tiene un gran impacto en la política, la economía, la ética, el medio ambiente o la salud. Las sociedades democráticas corren el riesgo de debilitarse si la ciudadanía no está bien informada sobre la tecnología, es consciente de su impacto y es capaz de razonar, valorar y decidir sobre su uso. Por ello es importante que la ciudadanía tenga un nivel adecuado de alfabetización tecnológica. Y para ello es necesario comprender bien dicho concepto, tener estrategias para transmitirlo y formar a la sociedad, y poder medir los resultados y el nivel de alfabetización tecnológica.

En la primera parte de este trabajo se revisan las encuestas de percepción social de la ciencia y la tecnología en España, como fuentes primarias de información. Como los informes de resultados ofrecen poca información sobre la percepción de la tecnología, se analizan las preguntas de la encuesta y su evolución a lo largo de las 11 ediciones. Destaca sobre todo la falta de referencias directas a la tecnología, y de bloques específicos de tecnología. Hay alguna pregunta o cuestión concreta sobre tecnología, que aporta información útil. Pero se considera escasa, y hay propuestas de que se incluyan más ítems sobre cuestiones tecnológicas. En general, por medio de estas encuestas se puede obtener información útil sobre la percepción social de la ciencia, pero se duda de que pueda ser extrapolable a la tecnología.

En la segunda parte de este trabajo se revisa el concepto de alfabetización tecnológica. Se parte del análisis del concepto de alfabetización científica desde la década de 1970, con su definición más asentada en Benjamin Shen (1975), y se continúa revisando conceptos de alfabetización tecnológica posteriormente propuestos. El análisis de la alfabetización tecnológica muestra que en él se replican muchos de los problemas y desafíos que enfrenta el concepto de alfabetización científica; y que hay un cierto solapamiento entre ambos conceptos; de un modo similar a lo que ocurre entre la alfabetización científica y la cultura científica. En las primeras definiciones, la tecnología aparece tímidamente y muy vinculada a la visión tradicional de la tecnología como ciencia aplicada. Posteriormente, la importancia y la especificidad de la tecnología hicieron que su fuera ganando más peso dentro del concepto hasta que comienzan a aparecer definiciones de alfabetización tecnológica como distintas de las de alfabetización científica. Varios autores comparten la necesidad de contar con un concepto específico de alfabetización tecnológica, sobre el cual hay diferentes concepciones y presencia de aspectos diversos. Comenzaremos revisando la propuesta de un concepto de alfabetización tecnológica de Jon Miller (1986), por ser el autor que tiene una de las definiciones de alfabetización científica más aceptadas y estandarizadas a nivel mundial. Pero es interesante explorar otros autores, ampliar la visión y conocer todos los elementos posibles que se engloban dentro de la alfabetización tecnológica. Esta revisión muestra que, al igual que en el caso de la alfabetización científica, en la alfabetización tecnológica también están presente dos visiones, una más centrada en adquirir conocimientos y habilidades tecnológicas, y otra que da más importancia al impacto social de la tecnología, y su relación con la sociedad.

En una tercera parte, se muestra y se hace un análisis de la forma en la que se debe llevar la alfabetización tecnológica al sistema educativo, de manera que garantice a la ciudadanía unos conocimientos y capacidades adecuadas para poder desarrollarse con soltura en un mundo cada vez más tecnológico. A partir del año 2000 se empiezan a sistematizar los contenidos y habilidades que debería tener un estudiante al terminar su etapa educativa. El contexto de un mundo muy tecnológico, la evolución de la percepción social de la ciencia y la tecnología, las tendencias globales hacia una formación competencial y la valorización de las materias STEM promueven la elaboración de estándares que se puedan incluir en los currículos educativos y que sean medibles y graduados en función de cada edad.

Se trata de acercar la mirada y poner el foco en la tecnología y el concepto de alfabetización tecnológica dentro de los estudios de percepción social de la ciencia y la tecnología.

## **2. Percepción social de la tecnología en España**

La Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) se fundó en el año 2001 y desde 2002 realiza encuestas de percepción social de la ciencia y la tecnología cada dos años. La última encuesta data de 2022 y es la 11ª edición. Las encuestas de PSCT llevan haciéndose varias décadas en algunos países. Suele mencionarse la Encuesta *The Public Impact of Science in the Media*, realizada en EEUU en 1959, como el primer estudio que incluye preguntas de percepción de la ciencia y la tecnología con una muestra nacional. Este tipo de estudios

comenzó a realizarse de forma más sistemática, primero en EEUU, bajo el nombre de *Science and Engineering Indicators*, y pronto se sumaron otros países de Europa. Latinoamérica se incorporó a principios del siglo XX. Al ser encuestas que siguen una tendencia global, con bastantes cuestiones estandarizadas en muchos países, podemos tomar como ejemplo la encuesta en España para analizar qué aspectos relacionados con tecnología son tenidos en cuenta. No hay muchos estudios que midan la percepción de la tecnología de forma específica, y los que hay suelen centrarse en los conocimientos científicos, en la imagen de la práctica científica y la valoración del impacto del desarrollo científico. Aunque sí hay cierta información útil para reconstruir la percepción social de la tecnología y de aplicaciones tecnológicas específicas.

El cuestionario ha ido variando ligeramente, añadiéndose nuevas preguntas a lo largo del tiempo e intentando adaptar el cuestionario a la actualidad, sin perder rigor y manteniendo cierta comparabilidad en las preguntas. Más allá de estas variaciones, los cuestionarios de la FECYT han mantenido una estructura constante en bloques, como se muestra a continuación.

#### Cuestionario PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA 2022

- Bloque A: Interés en la ciencia
- Bloque B: Imagen social de la ciencia y la tecnología
- Bloque C: Confianza en la ciencia
- Bloque D: Imagen de la profesión científica
- Bloque E: Alfabetización científica
- Bloque F: Comunicación
- Bloque G: Creencias y valores
- Bloque H: Salud
- Bloque I: Vacunas
- Bloque J: Covid-19
- Bloque K: Cambio climático
- Bloque L: Actitudes y posicionamientos de la ciudadanía
- Bloque M: Apoyo institucional a la ciencia
- Bloque N: Negacionismo
- Bloque S: Demográficas
- Bloque Z: Parámetros y variables del diseño

De cara a analizar los resultados sobre la percepción de la tecnología, se ha tomado como base la última encuesta de 2022, ya que sirve para comparar con retrospectiva las encuestas anteriores. La encuesta está dividida en bloques de preguntas, relacionadas con diferentes campos de la percepción social de la ciencia y la tecnología. A partir de ahí, analizamos las cuestiones que tienen mayor relación con la alfabetización científica y/o tecnológica, y más concretamente con los aspectos tecnológicos.

De los 14 bloques temáticos, 4 están dedicados a áreas específicas. Tres relacionados con salud (Salud y ciencia; Vacunas; Covid19) y uno sobre el cambio climático.

Principalmente el bloque de alfabetización científica alude a esta cuestión.

La pregunta E1 del bloque es para valorar el grado de acuerdo en algunas frases sobre ciencia. Por ejemplo. “La ciencia no puede explicarlo todo”, “La ciencia es tan especializada que me cuesta entenderla”, o “las asignaturas de ciencia siempre se me dieron mal”. Esta pregunta se comenzó a realizar en 2018. Habla de “ciencia” o “asignaturas de ciencia” en general, sin distinguir o aclarar entre ciencia y tecnología.

La pregunta E2 se refiere al conocimiento de teorías o conceptos básicos. Está basada en los estándares originalmente propuestos por Miller (1983, 1998, 2004). En 2006 y 2014 se preguntaba si era cierta o falsa una afirmación. A partir de 2016 se indican dos afirmaciones y se pide elegir la verdadera. En 2022 las afirmaciones propuestas fueron:

- El Sol gira alrededor de la Tierra.
- Los antibióticos curan infecciones causadas tanto por virus como por bacterias.
- Los primeros humanos vivieron al mismo tiempo que los dinosaurios
- Comer una fruta modificada genéticamente cambia los genes de la persona que la come.
- El cambio climático actual es una consecuencia del agujero de la capa de ozono
- El número pi ( $\pi$ ) se suele aplicar, entre otras cosas, en la fabricación de neumáticos.

Esta última afirmación sobre la fabricación de neumáticos se introdujo en 2018, y parece ser la que más (o únicamente) tiene relación con conceptos tecnológicos. En los cuestionarios de 2014 y 2016 se incluyeron preguntas sobre otras tecnologías específicas:

- Los rayos láser funcionan mediante la concentración de ondas de sonido/Los rayos láser funcionan mediante la concentración de ondas de luz. (P.23, 2016)
- Los teléfonos móviles producen campos electromagnéticos (P.31, 2014)

Pero más allá de estos ítems, no hay preguntas relativas a la tecnología.

El bloque B, sobre la imagen social de la ciencia y la tecnología, plantea algunas cuestiones sobre la imagen de la ciencia, conceptos científicos y tecnológicos. Valora la ciencia y la tecnología en la resolución de problemas, y pregunta hasta qué punto considera que la ciencia y la tecnología pueden contribuir a solucionar problemas como el cambio climático, la propagación de enfermedades infecciosas, el precio de la energía, etc. Esta cuestión no fue preguntada en ediciones anteriores.

En 2022 también se incluye una nueva pregunta (B4) para valorar los riesgos y beneficios de algunas aplicaciones concretas de ciencia y tecnología, como energía nuclear, fracking,

robotización del trabajo, experimentación animal con fines médicos, cultivo de plantas modificadas genéticamente, la inteligencia artificial, los aerogeneradores. Además de valorar los riesgos y beneficios, con esta pregunta se puede conocer el grado de desconocimiento de una tecnología, como pasó por ejemplo con el fracking.

La pregunta B6 (formulada en 2020 y 2022) sirve para conocer el grado de formación de una persona para aprovechar las oportunidades de las nuevas tecnologías digitales. Y otras cuestiones sobre el impacto de los robots en los puestos de trabajo y en el hogar; y sobre el impacto del uso de datos personales con inteligencia artificial. Estas cuestiones fueron recomendadas por Garcia et al. (2019) para profundizar en las disposiciones ante la innovación. Y aludían a ejemplos de distintas aplicaciones de la Inteligencia Artificial (IA) y la robótica, la proliferación de "el internet de las cosas", las casas interactivas (domótica) o la previsible presencia de robots en los espacios cotidianos. También innovaciones tecnológicas en el ámbito institucional (diferentes usos de los drones en la agricultura, regulación del tráfico, el ejército...), en la medicina (prótesis, vacunas, nanotecnología para terapias microcelulares) etc.

Desde 2004 hay una pregunta para valorar el grado de apropiación social de la ciencia. Se trataría elegir (o graduar su frecuencia) comportamientos que las personas pueden adoptar en su vida diaria, en situaciones en que está implicada la ciencia y la tecnología. A modo de ejemplo, estas eran las posibles situaciones en la encuesta de 2012.

- Lee los prospectos de los medicamentos antes de hacer uso de los mismos.
- Lee las etiquetas de los alimentos o se interesa por sus cualidades
- Presta atención a las especificaciones técnicas de los electrodomésticos o de los manuales de los aparatos.
- Tiene en cuenta la opinión médica al seguir una dieta
- Trata de mantenerse informado ante una alarma sanitaria.
- Consulta el significado de un término o palabra cuando no lo comprende

Cámara et al. (2017) explican que en el cuestionario de 2016 se diseñó una nueva pregunta para mejorar las herramientas que miden la apropiación social, y superar algunas limitaciones de las preguntas tradicionales, como la deshabilidad social. En la nueva pregunta se incluye una situación cotidiana, dentro de la batería de situaciones: cuando ha dejado de funcionar un aparato y no está en garantía. Y se pregunta a la persona encuestada si intenta arreglarlo por su cuenta, leyendo el manual; o bien llama al técnico, lo lleva a reparar o compra otro. Esta situación, junto con la de prestar atención a los manuales de los aparatos (hecha en alguna otra encuesta) son los únicos casos en que se describen situaciones relacionadas con la tecnología.

Por último, y tomando de referencia el cuestionario de 2022, haciendo un simple conteo de las menciones explícitas a ciencia y/o tecnología, se observa lo siguiente: "Ciencia y tecnología" aparecen conjuntamente 27 veces. ("Ciencia y tecnología" 12; "la ciencia y la tecnología" 13, "la ciencia o la tecnología" 1). "Ciencia" (o "ciencias") aparece 40 veces. El

término “científico” (“científico/a”, “científicos/as”) aparece 41 veces. Por otra parte, el término “tecnología/s” aparece solo 8 veces independiente de “ciencia”. Y la palabra “ingeniería” aparece 18 veces, pero en su mayoría sirven para indicar el nivel de estudios de la persona encuestada.

Las encuestas e informes de percepción social de la ciencia y la tecnología dejan bastante de lado la tecnología. No hay bloques de preguntas sobre tecnología, cuando sí hay sobre otros temas de salud o medio ambiente. Se incluye el término tecnología dentro del término conjunto “ciencia y tecnología”, especialmente en los epígrafes. Pero en el desarrollo del cuestionario las referencias son sobre ciencia, científicos, o método científico. Y a lo largo de las encuestas, pocas preguntas o respuestas hacen referencia explícita o implícita a la comprensión, uso o interacción con la tecnología. Miller y Laspra (2018) indican que habría que ampliar los ítems de conocimiento y comprensión de la ciencia para recoger nuevas cuestiones científicas y tecnológicas políticamente relevantes (por ejemplo, la tecnología CRISPR), o sobre la manera de informarse de la sociedad española y los recursos disponibles, de cara a mejorar la participación política ciudadana en cuestiones de ciencia y tecnología. Por todo ello se percibe que la alfabetización científica deja fuera contenidos relevantes de la tecnología. La tecnología por sí misma tiene un papel muy relevante en nuestra sociedad, y que además irá en aumento. Hay suficiente evidencia como para plantear la posibilidad de pensar una alfabetización tecnológica separada de la alfabetización científica. O al menos pensar en una alfabetización en la que alfabetización científica y tecnológica no se superpongan dentro del marco “Ciencia”, si no que tengan sus campos más delimitados y proporcionados una respecto a la otra.

## **2. El concepto de alfabetización tecnológica**

La alfabetización científica es un concepto que ha evolucionado con el tiempo y ha sido objeto de diversas interpretaciones. Aunque abundan las definiciones de alfabetización científica, es la propuesta del astrofísico Benjamin Shen la que ha tenido una mayor influencia. Para Shen, la alfabetización científica sirve al propósito de superar el déficit de conocimiento científico en la sociedad.

Shen (1975) distingue tres tipos de alfabetización científica: práctica, cívica y cultural. La alfabetización científica práctica se refiere al tipo de conocimientos científicos que pueden ser de ayuda para resolver problemas prácticos. La necesidad de un mayor conocimiento científico no es específica de un tiempo determinado o de un tipo de sociedad específica, es casi una necesidad consustancial a los seres humanos, en sus palabras, “en tanto que las necesidades básicas son la salud y la supervivencia [...] puede suponer la diferencia entre la salud y la enfermedad, entre la vida y la muerte” (Shen, 1975: 46-47). La alfabetización científica cívica tiene que ver con la participación política de la ciudadanía. Se refiere a la capacidad de participar de manera informada en debates y decisiones cívicas que involucran cuestiones científicas y tecnológicas. Incluye la capacidad de entender los problemas científicos y tecnológicos que afectan a nuestra sociedad y de participar en el proceso democrático para abordar estos problemas. Shen no cita ejemplos concretos, pero sí algunos



ámbitos científicos de relevancia, como los temas de salud, energía, medio ambiente, agricultura, comunicaciones, transporte, etc. “La alfabetización científica cívica es la piedra angular de una política pública informada” (Shen, 1975: 49). En cuanto a la alfabetización científica cultural, se refiere a la comprensión y apreciación de la ciencia y la tecnología como parte integral de nuestra cultura y sociedad. Incluye la capacidad de entender y valorar el impacto de la ciencia y la tecnología en nuestra vida diaria. Shen defiende el derecho de la ciudadanía a poder entender las conclusiones y los resultados concretos de la ciencia, en un lenguaje asequible y comprensible.

El éxito de la propuesta de Shen guarda relación con el hecho de que, más adelante, Jon Miller la utilizara como marco teórico para el desarrollo del que sería el indicador de alfabetización científica utilizado a nivel internacional. Miller (1983) definió a una persona con cierto nivel de alfabetización científica como aquella capaz de comprender el enfoque científico de la evidencia y la construcción de teorías, algunos de los términos o constructos básicos empleados en la ciencia moderna y algunas de las formas en que la ciencia y la sociedad se impactan entre sí.

El concepto de alfabetización científica, inicialmente desarrollado por Benjamin Shen y posteriormente ampliado por Jon Miller, se ha consolidado como un indicador valioso y de uso común en estudios internacionales sobre la percepción de la ciencia. Este enfoque ha permitido evaluar y mejorar la comprensión pública de conceptos científicos fundamentales y su aplicación en la vida cotidiana. No obstante, este concepto ha enfrentado críticas por su enfoque centrado en la ciencia, dejando en segundo plano aspectos cruciales relacionados con la tecnología. En una era donde la tecnología juega un papel preponderante en la sociedad y en la vida diaria, es crucial reconsiderar y ampliar este marco conceptual. Por tanto, no es ingenua la pregunta por la posibilidad de una alfabetización tecnológica. Ahora bien, ¿en qué términos?, ¿sería más adecuado ampliar el concepto de alfabetización científica de manera que incorpore efectivamente conceptos relacionados con la tecnología o es más pertinente proponer un concepto de alfabetización tecnológica como diferente y distinto del de la alfabetización científica?

Una primera aproximación a la posibilidad de una alfabetización tecnológica viene de la mano de Jon Miller. Miller define la alfabetización tecnológica como “la comprensión de la aplicación de la ciencia y la ingeniería para la resolución de problemas concretos” (Miller, 1986: 197).

La propuesta de Miller para una definición de alfabetización tecnológica está anclada en su propia definición de alfabetización científica. De acuerdo con el autor, una persona con un cierto nivel de alfabetización tecnológica tiene que reunir los siguientes rasgos:

- Debe tener capacidad de comprender un conjunto básico de términos necesarios para la comunicación sobre temas tecnológicos, una comprensión de cómo funcionan algunas de las principales tecnologías en nuestro entorno, entender la tecnología como un esfuerzo ordenado y racional para resolver problemas concretos,

cierta comprensión del funcionamiento del organismo humano y cierto reconocimiento de la interacción entre las personas y las tecnologías que utilizamos.

- Debe comprender cómo funcionan las tecnologías básicas, qué aspectos son modificables y cuáles no, y algunos de los impactos e implicaciones de las principales tecnologías.
- Y debe comprender que en las sociedades democráticas los ciudadanos pueden tener voz y voto sobre qué tecnologías deben avanzar y cuáles se deben contener.

Y para concretar estas habilidades, Miller establece una serie de criterios para poder medir el grado de alfabetización:

- Una persona con un mínimo de alfabetización tecnológica debe mostrar un cierto conocimiento y una comprensión de conceptos básicos de la ciencia, necesarios para comunicar sobre temas tecnológicos: Por ejemplo, qué es la radiación, el software, el PNB, o cómo funciona un teléfono.
- La persona alfabetizada tecnológicamente debe entender la tecnología como un esfuerzo ordenado y racional para resolver problemas concretos. Por ello deberían asumir que la ciencia se basa en el conocimiento racional, por lo que implica el rechazo de las creencias supersticiosas, el azar o la suerte.
- Debería comprender lo suficiente sobre el organismo humano para poder emitir juicios razonables sobre su estado de salud. Tener dudas sobre la medicina convencional, o apoyar las medicinas alternativas, podría ser un signo de falta de alfabetización tecnológica.
- Debería saber distinguir entre resultados científico-técnicos probables, y las opiniones o relatos ficticios, carentes de argumentación. Que gran parte de la población tenga dudas sobre la procedencia de los OVNIS, o creer que los cohetes causan cambios en el tiempo atmosférico, sugieren que existe confusión sobre la tecnología asociada a estos asuntos.

Miller, usando la categoría de alfabetización cívica, remarca la idea de que la ciudadanía debe tener un mínimo de alfabetización científica y tecnológica para poder involucrarse en el debate político. Y ello redundaría en la calidad democrática de una sociedad.

A pesar de referirse Miller a una alfabetización tecnológica, algunos de los criterios dejan dudas sobre su relación con la tecnología. Cuando dice “mostrar un cierto conocimiento y una comprensión de conceptos básicos de la ciencia”, “como un esfuerzo ordenado y racional para resolver problemas concretos” parece subyacer una imagen de la tecnología como ciencia aplicada, ya que Miller hace descansar el conocimiento tecnológico sobre el científico. Además, entiende la tecnología como el resultado de aplicación de una suerte de código racional, orientado a la resolución de problemas concretos, dejando fuera cualquier componente social. “El rechazo de las creencias supersticiosas o el azar” tampoco tiene una relación directa con la tecnología, más allá de tener ideas tecnooptimistas o deterministas que otorgan a la tecnología un poder capaz de resolver todos los problemas. Y cuando considera que apoyar la medicina convencional y rechazar las terapias alternativas es un signo de

alfabetización tecnológica, también parece generalizar hacia una alfabetización científico-tecnológica.

El análisis de la propuesta de Miller revela que la definición de alfabetización tecnológica replica los problemas de la definición de alfabetización científica. En el fondo subyace una imagen de la tecnología como ciencia aplicada, que responde, al igual que ella, a criterios de racionalidad propios. Sólo muy limitadamente tiene en cuenta una perspectiva más amplia y social de la tecnología.

Definiciones posteriores tanto de tecnología como de alfabetización tecnológica intentarán alejarse de la visión de la tecnología como ciencia aplicada. Por ejemplo, De Fore (1986, citado de Layton et al., 1994: 21) define la tecnología como “the study of the creation and use of technical means - tools, machines, techniques, technical systems – and the behaviour of technological systems in relation to people, their societies, the environment and the civilization process.” Por tanto, según De Fore, la tecnología está más relacionada con el estudio de los medios tecnológicos, las máquinas, las herramientas, etc. y de su relación con la sociedad.

Layton et al. (1994) analizan y compilan una serie de bibliografía de diferentes autores que mencionan, definen, o tratan de explicar los conceptos de alfabetización científica y alfabetización tecnológica. Afirman además que:

Es importante reconocer que la tecnología no puede considerarse simplemente como la aplicación del conocimiento científico y que es necesario considerar la alfabetización científica y tecnológica por separado al explorar sus significados y fundamentos. De ello se deduce que la alfabetización científica y tecnológica deben verse como resultados educativos separados. [...] Las posibilidades de confusión y ambigüedad son, por tanto, considerables y sería útil que las relaciones entre AC [alfabetización científica], la AT [alfabetización tecnológica] y otras variedades de alfabetización se explorasen con cierto detalle. (Layton et al., 1994: iii)

De dicho compendio se extraen aquí las definiciones, o menciones, que los diferentes autores hacen de la alfabetización tecnológica. Por su relevancia, se cita la definición original en inglés, pero se comenta y traduce en español.

The technologically literate person understands some of the basic concepts of engineering (what a system is, how feedback affects systems, what probability is, how models are used); has some understanding of how certain technologies work and what their capabilities and limitations are; recognizes that technologies are matched to the users; and has confidence to learn about technology even without a technical background. (Bybee, 1985. Tomado de Layton et al. 1994:14).

De acuerdo con Bybee, una persona con un cierto nivel de alfabetización tecnológica está familiarizado con algunos de los conceptos básicos de la ingeniería, tiene un cierto conocimiento de funcionamiento de ciertas tecnologías, entendiendo sus limitaciones y sus potencialidades. De acuerdo con el autor, los conocimientos técnicos previos no son necesarios para alcanzar esta familiaridad, se trataría más de entender cómo funcional la tecnología de ser capaz de diseñarlas.

TL is a concept used to characterize the extent to which an individual understands, and is capable of using, technology. TL is a characteristic that can be manifested along a continuum ranging from non-discernible to exceptionally proficient. As such, it necessarily involves an array of competencies, each best thought of as a vector, that include: basic functional skills and critical thinking, constructive work habits, a set of generalized procedures for working with technology, actual technological capability, key interpersonal and teamwork skills, and the ability to learn independently. (Dyrenfurth, 1991. Tomado de Layton et al. 1994: 24).

Finds agreement on TL necessarily involving 'an ability to do' and on the generic technology clusters of materials, energy and power, and communication. Beyond this, there is no single coherent concept of TL evidenced by practice in European countries and the term TL is not widely used. (Dyrenfurth, 1991. Tomado de Layton et al. 1994: 24).

Para Dyrenfurth la alfabetización tecnológica implica necesariamente una serie de competencias, que se pueden concretar en habilidades básicas y pensamiento crítico, habilidad para construir, usar algunos procedimientos generales de trabajo con tecnología, tener habilidades sociales y de trabajo en equipo, y capacidad de aprender de forma autónoma.

Compara, además, entre otros aspectos, los conceptos de AT según la perspectiva americana y la europea. Y encuentra concordancias en que La AT implica una capacidad de hacer; pero, aparte de otras similitudes, no cree Dyrenfurth que exista un concepto único y coherente de AT.

TL is defined as a multi-dimensional term that includes the ability to use technology (practical dimension); the ability to understand the issues raised by our use of technology (civic dimension); and the appreciation of the significance of technology (cultural dimension). (Dyrenfurth, Kozak, 1991. Tomado de Layton et al. 1994:25).

Algunos autores han tratado de llevar la definición de alfabetización científica de Shen a la alfabetización tecnológica, por ejemplo Dyrenfurth y Kozak (1971), entienden que la alfabetización tecnológica tiene una dimensión práctica, que hace referencia al capacidad de usar la tecnología; una dimensión cívica, que tiene que ver con la capacidad de los individuos de comprender los desafíos que provoca el desarrollo tecnológico; y una dimensión cultural, definida como el aprecio de la tecnología como parte de la cultura, como un símbolo de progreso.

A person who is technologically literate must understand the relationship between technology and social change, and also the nature of decision-making in a decisionistic democracy if a depoliticized electorate is not to result. Ability to uncover the hidden value positions implicit in conflicting technological actions and claims is at least as important as technical knowledge. (Fleming, 1989. Tomado de Layton et al. 1994: 29).

Fleming se centra en la cuestión cívica de la alfabetización tecnológica. Considera que una persona con AT debe comprender la relación entre tecnología y cambio social, y señala la importancia de la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones políticas. Para

Fleming, poder comprender las cuestiones tecnológicas a nivel social y político es tan importante como el conocimiento técnico.

Proposes four goals for 'minimum technological literacy': understand how science works (the 'scientific method'), and its limitations; understand that science is the only reliable means we have for answering questions and solving problems involving measurable phenomena; learn to differentiate scientific from non-scientific evidence and be sceptical about claims unsupported by science. (Frankel, 1990. Tomado de Layton et al. 1994: 30).

Frankel propone cuatro objetivos para una "alfabetización tecnológica mínima": comprender cómo funciona el método científico; tener a la ciencia como el único medio confiable que tenemos para responder preguntas y explicar fenómenos; aprender a diferenciar la evidencia científica de la no científica; y no confiar en afirmaciones sin base científica. Estos objetivos de Frankel tienen similitudes con los criterios de Miller (1986) para medir el grado de alfabetización tecnológica. También que esos objetivos generales responden más bien al concepto de alfabetización científica. Es un ejemplo de solapamiento, de alfabetización tecnológica reducida a alfabetización científica.

TL is associated with objectives such as developing a technical vocabulary, a wide range of communication skills and ability to model. (Giddings, 1992. Tomado de Layton et al. 1994: 34).

Giddings menciona brevemente algunos objetivos o capacidades relacionados con la alfabetización tecnológica. Adquirir y usar un vocabulario técnico, tener ciertas habilidades de comunicación y habilidades prácticas para construir o elaborar artefactos. Son, en general, aspectos que señalan también otros autores.

Argues that citizens and leaders will have to be more scientifically and technologically literate, and more aware of the limitations of science and technology in solving society's problems. Seven dimensions of TL should be systematically integrated into the science curriculum, as technology curriculum emphases: (1) technological knowledge; (2) technological skills; (3) technological problem solving and design; (4) technological attitudes; (5) technology in science; (6) technology in society; (7) nature of technology (Jenkins, 1990. Tomado de Layton et al. 1994: 45).

Jenkins plantea la alfabetización científica y tecnológica como una necesidad para la ciudadanía, que debe ser consciente de las limitaciones de la ciencia y la tecnología para resolver problemas. De cara a integrar la alfabetización tecnológica dentro del currículo educativo, propone siete aspectos de la tecnología que se deben incluir. Cuatro serían más personales, como el conocimiento tecnológico; las habilidades tecnológicas; el pensamiento de diseñar y resolver problemas, lo que se conoce como "proceso tecnológico"; y las actitudes tecnológicas. Y otros tres más sociales o de interacción con la tecnología, como la tecnología en la ciencia, la tecnología en la sociedad y la naturaleza de la tecnología.

[...] the development of technological literacy. This includes not only the learning of certain concepts, such as modeling, decision-making, optimization, feedback, stability etc., but also involves developing realistic attitudes about the strength and limitations of technology and the

problems involved in the interaction of technology and society. (Klopfer y Champagne, 1990. Tomado de Layton et al. 1994: 49).

Klopfer y Champagne defienden, en línea similar a Flemming (1989), que la alfabetización tecnológica implica comprender la tecnología en relación con la sociedad, con los problemas que implica, y poder valorar los puntos fuertes y las limitaciones. Además de tener conocimientos y habilidades tecnológicas.

Employees in [electronics] industry need to have a basic knowledge and skills in technology, apart from their special vocational education; citizens need basic technology education to function effectively in society; and a broadly founded understanding of technology is desirable for an appreciation of the social usefulness of modern industry. (Kuilman, 1989. Tomado de Layton et al. 1994: 50).

Kuilman indica que no solo los trabajadores tecnológicos deben estar formados, sino que además la ciudadanía debe poseer una buena base de educación tecnológica para poder interactuar en el mundo y comprender la utilidad de la industria.

For curriculum planning, it is helpful to think of TL in terms of a series of functional competencies: (1) technological awareness or 'receiver competence' - the ability to recognize technology in use and acknowledge its possibilities; (2) technological application or 'user competence' - the ability to use technology for specific purposes; (3) technological capability or 'maker competence' - the ability to design and make, maintain and repair; (4) technological impact assessment or 'monitoring competence' - the ability to assess the personal and social implications of technological developments; (5) technological consciousness or 'holistic competence' - an acceptance of, and ability to operate within, a 'mental set' which defines what is a problem, and what counts as a solution; and (6) technological evaluation or 'critic competence' - the ability to judge the worth of a technological development in the light of personal values and to step outside the 'mental set' to evaluate what it is doing to us. (Layton, 1987. Tomado de Layton et al. 1994: 51).

Analyses contextual changes which are driving reforms in science and technology education, notably a convergence of the academic and the vocational (the former becoming more 'practical' and the latter more general). (Layton, 1992. Tomado de Layton et al. 1994: 52).

TL should equip people with the knowledge and skills to make technologies 'transparent' (Layton, 1992. Tomado de Layton et al. 1994: 53).

Layton reflexiona sobre cómo poner en práctica la alfabetización tecnológica dentro del sistema educativo. Y para ello propone pensar en ella como una serie de seis competencias. La primera, saber reconocer la tecnología y entender su utilidad y sus posibilidades. La segunda, la competencia de usuario, la que permite poder usar una tecnología concreta. La tercera, la competencia "maker". Esto es, la capacidad de diseñar, fabricar o reparar objetos tecnológicos por uno mismo. La cuarta, la competencia de evaluar el impacto personal o social de los desarrollos tecnológicos. La quinta, la competencia holística, o poder entender el proceso tecnológico. Esto quiere decir saber definir un problema y poder valorar un conjunto de posibles soluciones. Y la sexta, la competencia crítica, esto es, la capacidad de valorar y juzgar un desarrollo tecnológico en todo su conjunto y con todas las implicaciones. Layton analiza también los cambios en la enseñanza de la tecnología, donde la formación

profesional y la académica tienen mayor acercamiento. Y asegura que la alfabetización tecnológica debería hacer la tecnología más transparente y comprensible para la ciudadanía.

Defines TL as 'the competency to locate, sort, analyse and synthesise information that relates to achieving practical purposes through efficient action'. (Loepp, 1986. Tomado de Layton et al. 1994: 57).

Loepp propone una definición de alfabetización tecnológica “como la competencia para localizar, clasificar, analizar y sintetizar información relacionada con el logro de propósitos prácticos a través de una acción eficiente”. Es una definición muy general y con pocos detalles. Quizás pueda servir desde el punto de vista semántico, y sea aplicable a todo proceso de alfabetización tecnológica. Pero no especifica objetivos ni criterios que puedan valorar el grado de adquisición.

TL...entails the capacity to decode the ways in which technology has been encoded and to understand the nature and scope of social relations which it embodies, represents and supports. This includes how and by whom technology is invented, designed, marketed, what people have to know to use it, how it affects the nature of work and leisure, its symbolic value, its cultural nature, who consumes it, and its effects. (Mackay et al., 1991. Tomado de Layton et al. 1994: 59).

Mackay et al. se enfoca en las relaciones sociales de la tecnología e indica que la alfabetización tecnológica implica comprender esas relaciones en su conjunto. Lo cual incluye cómo y quién inventa, diseña y comercializa la tecnología; qué debe saber la gente para usarla; cómo afecta a la naturaleza del trabajo y el ocio; cuál es su valor simbólico, quién consume la tecnología, y sus efectos.

Contributory to TL is an understanding of (1) the historical role of technology in human development; (2) the relationship between technological decisions and human values; (3) the benefits and risks of choosing technologies; (4) the changes occurring in current technologies; and (5) an understanding of technology assessment as a method for influencing the choice of future technologies (National Science Board Commission, 1983. Tomado de Layton et al. 1994: 64).

Según un informe del Comité nacional de ciencia de los EEUU, sobre la educación de los americanos para el s. XXI, considera que se debe retomar la enseñanza básica de la tecnología, y ello incluye conocer el papel de la tecnología en la historia del ser humano. Además, se deben comprender las relaciones entre la tecnología y la sociedad, la implicación de los valores en el uso de la tecnología y la consideración de los beneficios y riesgos de la tecnología.

Identifies three components of TL: (1) understanding what technology is/is not; (2) understanding how technology functions, including how it affects society, its impact on work, lifestyles etc.; (3) understanding how technology is controlled and that no technology is inevitable. Argues that TL must become a vital goal of the school curriculum. (Orpwood, 1984. Tomado de Layton et al. 1994: 68).

Según Orpwood, la alfabetización tecnológica tendría tres componentes. Por un lado, comprender qué es tecnología y qué no. Esto implica poder diferenciarla de otras ciencias. Otra componente sería comprender cómo funciona la tecnología en su conjunto, lo cual incluye sus impactos en la sociedad, el trabajo, etc. y una tercera que consiste en entender que la tecnología es inevitable, pero debemos entender cómo se controla. Orpwood, al igual que Layton, considera que la alfabetización tecnológica debe formar parte del currículo educativo.

TL, a new element of basic education, though not a new component of education, implies having the frame of mind and the ability to enter into complex thinking and to feel comfortable in a problem-solving situation (Ost, 1985. Tomado de Layton et al. 1994: 68).

Ost se refiere a la alfabetización tecnológica en términos educativos. Considera que deber formar parte de la educación básica, e implica habilidades como poder utilizar un pensamiento complejo, creativo y crítico. Así como habilidades para resolver problemas.

TL is defined as 'the ability of a citizen to communicate effectively, in all the normal activities and transactions of daily life, about all the major forces affecting us in a highly technological world' (Rothschild, 1989. Tomado de Layton et al. 1994: 75).

Rothschild propone una definición de alfabetización tecnológica en la que el principal componente es la habilidad de comunicarse en un mundo altamente tecnológico. Entendiendo comunicación en sentido amplio, entre humanos y con máquinas, y comprendiendo el contexto en el que la tecnología está imbricada en todos los ámbitos de nuestra vida diaria.

Argues that TL is a minimum, not an adequate, level of competence and proposes a taxonomy of capability for technological decision making, distinguishing between technological awareness, literacy, ability, creativity and criticism. (Todd, 1991. Tomado de Layton et al. 1994: 85).

Según Todd, la alfabetización tecnológica no sería poseer un nivel de conocimientos, sino un nivel de competencia mínimo para participar en la toma de decisiones tecnológicas. Propone cinco niveles de competencia tecnológica. El más bajo sería tener conciencia tecnológica. Seguiría la alfabetización, habilidad, creatividad y crítica.

Sostiene que la AT es un nivel mínimo (no uno adecuado) de competencia y propone una taxonomía de capacidad para la toma de decisiones tecnológicas, distinguiendo entre conciencia tecnológica, alfabetización, habilidad, creatividad y crítica.

A student who possesses TL will understand basic scientific concepts; know societal needs and moral constraints; understand the application of scientific principles to tools and materials; and be able to use these tools and materials to a certain extent. (Waetjen, 1987. Tomado de Layton et al. 1994: 87).



Según Waetjen, la alfabetización tecnológica de un estudiante consiste en comprender conceptos científicos básicos; conocer las necesidades sociales y las limitaciones morales; comprenderá la aplicación de principios científicos a herramientas y materiales; y poder utilizar estas herramientas y materiales. La de Waetjen, a diferencia de la de Todd, es una visión más academicista de la alfabetización tecnológica, y parece estar orientada a la posible continuidad de estudios de ingeniería o similar. Aunque también incluye conocer la componente social y moral de las tecnologías.

TL - possession of basic concepts and skills to participate in the technology-dominated economy and understand technology-dominated social issues and participate meaningfully in their resolution - is within the grasp of all undamaged youth of secondary school leaving age. (Waks, 1987. Tomado de Layton et al. 1994: 87).

Waks indica que es posible que las personas terminen la educación secundaria con un nivel adecuado de alfabetización tecnológica. Y se refiere a ésta como poseer unos conocimientos y habilidades básicas que permitan a las personas participar en un mundo dominado por la tecnología. Además, deben comprender los problemas asociados a la tecnología, y poder participar en resolverlos. Al igual que otros autores, Waks pone de relieve la importancia del aspecto social de la tecnología. Y ve en la educación formal un sistema adecuado para la alfabetización.

De estas definiciones de alfabetización tecnológica recopiladas por Layton et al. hay pocas definiciones que se parezcan entre sí. Algunas ni siquiera son definiciones concretas, sino aspectos que implica la alfabetización tecnológica, aclaraciones al término, etc. Pero de todo ello se pueden extraer algunos puntos en común que permitan acotar el concepto.

Al igual que Miller, otros autores mencionan la necesidad de comprender algunos conceptos básicos relacionados con la tecnología o la ingeniería. Aunque o bien no especifican dichos conceptos, o son algo generales (retroalimentación, modelado, toma de decisiones, ...). También se menciona la necesidad de contar con un vocabulario técnico.

Otros términos incluidos en la AT serían las competencias, capacidades o habilidades. Se considera que estos términos podrían ser similares en este contexto. Se habla de competencias, capacidades o habilidades tecnológicas indistintamente. Incluso unos términos se usan para definir a otros. La RAE define “competencia” como la “pericia, aptitud o idoneidad para hacer algo”. El diccionario Cambridge, o el de Collins, definen “competencia” como la “capacidad de hacer algo bien o eficazmente”. Sinónimos de competencia serían aptitud, habilidad, talento o capacidad. Por ello, siempre que se hable de estos términos se considera que se refieren, en esencia, a lo mismo. El término más usado sería el de capacidad. Es el propio Layton (1987, citado en Layton et al. 1994) quien con más claridad establece una serie de 6 capacidades o competencias útiles para planificar la AT:

1. “capacidad de reconocer la tecnología en uso y reconocer sus posibilidades”
2. “capacidad de utilizar la tecnología para fines específicos”
3. “capacidad de diseñar, fabricar, mantener y reparar”

4. “capacidad de evaluar las implicaciones personales y sociales de los avances tecnológicos”
5. “capacidad de operar dentro de un "conjunto mental" que define qué es un problema y qué cuenta como solución”
6. “capacidad de juzgar el valor de un desarrollo tecnológico según valores personales”

Otro aspecto que mencionan sobre la AT sería el de las limitaciones de la tecnología, tanto las limitaciones técnicas como las morales. Esto se relaciona también con la capacidad de pensamiento crítico sobre la tecnología. Y conduce hacia la capacidad de tomar decisiones sobre la tecnología, a nivel personal y como sociedad.

Además, al igual que la 5ª competencia de Layton (capacidad de definir un problema y su solución) varios autores se refieren a la capacidad de resolver problemas, tanto a nivel conceptual como práctico. Una persona con AT debería poder describir un problema, analizarlo, saber proponer o comprender algunas de las soluciones, y aplicar sus conocimientos para describir, o fabricar, una solución tecnológica.

Otras habilidades que se mencionan se podrían considerar habilidades generales, como la competencia de comunicar, o la de trabajo en equipo.

A partir de este análisis se podría acotar la definición de AT alrededor de los siguientes conceptos:

1. Comprensión de conceptos tecnológicos: Poder comprender.
2. Capacidades o habilidades, mentales y técnicas, relacionadas con la tecnología: Poder elaborar o fabricar.
3. Pensamiento crítico y toma de decisiones sobre tecnología: Poder juzgar, valorar y decidir
4. Pensamiento problema-solución: Poder operar en este marco mental. Saber analizar y elegir soluciones adecuadas.

A la vista de las definiciones revisadas, es posible concluir que varios autores hacen referencia a conocimientos tecnológicos mínimos y a la capacidad de hacer uso de las tecnologías, pero también hay definiciones que incluyen la capacidad de hacer y las habilidades para el desarrollo de tecnologías, como el pensamiento crítico y el trabajo en equipo, acercando la alfabetización tecnológica a la noción de ingeniería, tal como señala Dyrenfurth (1991). Además, algunas definiciones destacan el impacto de la tecnología en el cambio social. Esto refleja las dos visiones sobre la alfabetización científica identificadas por Roberts (2007): la visión 1, enfocada en los conocimientos científicos en sí mismos, y la visión 2, que considera cómo la ciencia influye en cuestiones humanas. Como ya se expresó anteriormente, Kuilman (1989. Tomado de Layton et al. 1994) señalaba cambios en la formación tecnológica, donde la formación académica tendía a ser más práctica, y la formación profesional tecnológica iba camino de ser más generalista. De manera similar, en la alfabetización tecnológica existen al menos dos enfoques: uno que contempla los conocimientos necesarios para la práctica de la ingeniería y otro que abarca tanto el uso de

tecnologías básicas como la comprensión de su impacto social. En el siguiente epígrafe se analizará la presencia de estos dos enfoques en la alfabetización tecnológica dentro del currículo educativo.

### **3. La alfabetización tecnológica dentro del currículo educativo**

En la revisión anterior sobre los conceptos y definiciones de alfabetización tecnológica se observan diferentes componentes. Por un lado, está la distinción de Roberts (2017) señalada antes, entre una visión más academicista centrada en los conocimientos científicos y técnicos, y otra más social, más implicada en la relación tecnología y sociedad. Por otro lado, hay una separación entre los conocimientos científicos y técnicos, y las capacidades o habilidades prácticas. En el caso de la tecnología, la diferencia entre estas dos componentes es más clara que en otras ciencias. Aunque parece menos relevante, algunos autores se refieren tanto a habilidades “duras” (conocimientos, capacidad de construir, etc.) como a habilidades “blandas” (habilidades de comunicación, trabajo en equipo, etc.). Y otro binomio interesante es la posibilidad de adquirir un grado de alfabetización tecnológica a través de la educación formal e informal. Muchos autores inciden en la importancia de sistematizar la adquisición de un nivel adecuado de alfabetización tecnológica a través de la educación formal básica, y por ello vamos a analizar la manera en la que se incluye dentro de los currículos educativos.

Posteriormente a la revisión de Layton et al. (1994), otros autores se centraron también en la cuestión de la educación para la alfabetización tecnológica, por lo que además de la definición, se proponen y desarrollan los diferentes criterios necesarios que deben ser alcanzados por el alumnado o la ciudadanía.

Por ejemplo, según Dugger (2001), cada vez hay más voces pidiendo que la tecnología sea una materia principal dentro de todos los niveles de la educación básica. Y esgrime dos principales razones: La ciudadanía debe poder manejarse bien con los conceptos, máquinas y artefactos de un mundo cada vez más tecnológico. Además, una sociedad tecnológicamente bien informada redundaría en que se tomen las mejores decisiones sobre el uso de la tecnología.

A partir de aquí, se va incluyendo en la definición de alfabetización tecnológica el conocimiento práctico en sentido estricto. Esto es, no referido a la aplicación práctica de ciertos conocimientos para la toma de decisiones en la vida diaria, si no a la elaboración manual de objetos y artefactos, o al manejo de los artefactos o las aplicaciones tecnológicas, como conducir un coche, manejar un smartphone, montar un armario, reparar un grifo, etc.

La Asociación Internacional de Educadores en Ingeniería y Tecnología (ITTEEA) es una organización dedicada a mejorar la educación tecnológica y de ingeniería a través del uso de tecnología, innovación, diseño y experiencias de ingeniería en los niveles escolares K-12 (de 5 a 18 años aproximadamente). Desde 2000, la ITTEEA, a través de un grupo de expertos, se encarga de definir y revisar los estándares para la alfabetización tecnológica (STL). Para ello identifican lo que un estudiante alfabetizado tecnológicamente debería saber y saber hacer. Los STL promueven habilidades de aprendizaje activo y presentan los conocimientos y habilidades necesarios para que los estudiantes se vuelvan tecnológicamente alfabetizados.

En el informe sobre los STL de la ITEEA se refieren al término alfabetización tecnológica como la “habilidad de utilizar, gestionar, evaluar y comprender la tecnología. Una persona alfabetizada tecnológicamente debería comprender qué es la tecnología, cómo funciona, cómo ésta moldea a la sociedad, y cómo la sociedad moldea la tecnología” (Dugger y Moye, 2018:10). También indica la capacidad de una persona de diseñar y construir artefactos para resolver problemas tecnológicos.

Durante los últimos 20 años los STL han ido revisándose y actualizándose para adaptarse a un mundo cambiante y para mejorar la manera de medir la alfabetización tecnológica. A nivel educativo global se pueden señalar dos tendencias de especial importancia que han tenido lugar entre la primera y la segunda década del s. XXI. Por una parte, en el ámbito educativo se ha potenciado el campo STEM, acrónimo de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Se da así mayor importancia a un área más global y transversal que las cuatro asignaturas por separado. Además, realza y equipara en importancia a las áreas de tecnología e ingeniería con la ciencia y las matemáticas, asignaturas tradicionales con mayor importancia y visibilidad hasta entonces. Por otro lado, la OCDE (2019) diseña y promueve a partir de 2012 una estrategia de aprendizaje por competencias que está siendo asumida por la mayoría de los países desarrollados. Ello supone un cambio desde el currículo tradicional basado en contenidos a un currículo basado en competencias. O sea, desde el “saber” al “saber hacer”. De metodologías basadas en la clase magistral y exámenes a otras más abiertas como potenciar el pensamiento crítico, el “aprender-haciendo” o el aprendizaje por proyectos, entre otros.

La última versión de los estándares para la alfabetización tecnológica (ITEEA, 2020) organiza los estándares en 8 categorías, que de alguna manera reflejan todas las categorías o elementos que caracterizan a la alfabetización tecnológica y que se han visto en el repaso a la bibliografía. Estas ocho categorías son:

1. Naturaleza y características de la tecnología y la ingeniería
2. Conceptos básicos de tecnología e ingeniería
3. Integración de conocimientos, tecnologías y prácticas
4. Impactos de la tecnología
5. Influencia de la sociedad en el desarrollo tecnológico
6. Historia de la tecnología
7. Diseño en la educación de la tecnología y la ingeniería.
8. Aplicación, mantenimiento y evaluación de productos y sistemas tecnológicos

Dentro de cada categoría vienen definidos varios estándares y criterios de referencia, que van asociados a cada nivel educativo. Véase mejor con un ejemplo tomado de ITEEA (2020: 47):

- Categoría 4: Impactos de la tecnología.
  - Estándar para el nivel de grado medio (1º-2ºESO): Los estudiantes ya pueden explorar más ampliamente la tecnología, incluyendo sus efectos culturales, sociales, económicos, políticos y ambientales. Deberían pensar de manera

crítica sobre los impactos de la tecnología y saber observar pros y contras de una tecnología determinada.

- STEL-4N: Poder identificar y discutir ejemplos específicos de tecnologías que han llevado a cambios fundamentales en los humanos. Por ejemplo, los Smartphones y las redes sociales.

Además de los propios estándares, la guía del ITEEA (2020) establece otros dos marcos organizativos para estructurar el proceso de aprendizaje. Por un lado, las prácticas metodológicas o habilidades blandas o transversales que influyen en el proceso de aprendizaje, entre las que incluye el pensamiento sistémico (entender la tecnología como un conjunto de sistemas interconectados), la creatividad, el método maker (hacer y construir de forma manual), el pensamiento crítico, el optimismo, el trabajo colaborativo, la comunicación y la atención a la ética.

El otro marco organizativo propuesto son los contextos, o sectores tecnológicos. Estos ayudan a aprender y organizar los conocimientos y habilidades dentro de una especialidad tecnológica concreta. Los ocho campos que propone ITEEA (2020) son:

1. Computación, Automatización, Inteligencia Artificial y Robótica
2. Manufactura de bienes y materiales
3. Transporte y Logística
4. Energía y potencia
5. Tecnologías de la Información y la comunicación
6. Construcción
7. Tecnologías médicas y relacionadas con la salud
8. Tecnologías agrícolas y biológicas

Esta estructura de estándares de aprendizaje es de gran importancia para poder llevar la alfabetización tecnológica a los diferentes niveles del sistema educativo. Y además proporciona un nivel mínimo de alfabetización que los estudiantes, y por ello la ciudadanía, deberían de tener garantizado al término de su etapa educativa. Todo ello sin perjuicio de que el proceso de alfabetización continúe a lo largo de la vida a través de educación reglada profesional o universitaria, o la educación no formal.

#### **4. Conclusiones**

Las encuestas de percepción social de la ciencia y la tecnología son un instrumento esencial para medir el conocimiento, el interés, la percepción y la relación que la sociedad tiene sobre la ciencia y la tecnología. En el caso de España, aunque han empezado tarde, en dos décadas se ha realizado un gran esfuerzo de diseño y revisión, y se ha alcanzado un nivel de rigor y estandarización similar al de otros países desarrollados. Después de 11 ediciones de la encuesta se tiene una buena cantidad de datos que permite analizar las tendencias y evolución de la relación entre la ciencia y la sociedad. Pero si se analiza con más detalle y busca información sobre la tecnología, se observa que no está muy presente en el diseño. Se ha ido

introduciendo con retraso, y en pequeñas dosis. Además, sigue estando entremezclada y asociada a la ciencia. Se podría extraer alguna información sobre la percepción de la tecnología, pero sería escasa, y poco relevante. Sólo en las dos últimas ediciones de la encuesta hubo nuevas preguntas relacionadas con la tecnología, por lo que no se puede extraer una tendencia histórica. Sería recomendable que la encuesta PSCYT mejorara su diseño para obtener una correcta medición de la alfabetización tecnológica y de la percepción social de la tecnología.

El concepto de alfabetización tecnológica tiende a ser poliédrico. La revisión bibliográfica e histórica ayuda a comprender la evolución del concepto, que convive a su vez con la rápida evolución de la tecnología y la situación actual en un contexto tecnológico cada vez más complejo y extenso en todos los ámbitos de la sociedad, como la educación, el trabajo, el ocio, las relaciones personales, la comunicación, la política, etc.; y con una frontera entre lo tecnológico y lo humano cada vez más difusa. No era objetivo de este TFM proponer una nueva definición de alfabetización tecnológica, pero tras el estudio se considera que hubiera sido un reto complicado. Es deseable acercarse al término de alfabetización tecnológica en toda su extensión y así poder medir y valorar todos los elementos que lo componen. Elementos principales de la alfabetización tecnológica deberían ser:

- Comprender conceptos tecnológicos
- Tener habilidades tecnológicas para diseñar, construir o montar.
- Tener pensamiento crítico y capacidad de poder decidir sobre temas tecnológicos
- Desarrollar una forma de pensar tecnológica: Pasar de un problema a una solución en las fases correctas, entender los sistemas tecnológicos y como están relacionados.
- Conocer la historia de la tecnología, su impacto social y la forma en que ha cambiado a la sociedad, a los individuos y a las relaciones entre ellos.

Las reflexiones sobre la alfabetización tecnológica, junto a la creciente relevancia de la tecnología en nuestra sociedad, promovieron que la educación tecnológica se llevara al sistema educativo. Fue necesario analizar y concretar todos los elementos de la alfabetización tecnológica, desarrollarlos por niveles y describirlos en una serie de estándares medibles. Esta extensa descripción del nivel de alfabetización tecnológica que debe alcanzar un estudiante es muy valiosa para comprender mejor el propio concepto de AT. Puede usarse como referencia en el diseño de actividades de divulgación para la educación tecnológica no formal a lo largo de la vida de una persona, para mantener un nivel adecuado de AT. Y sirve como guía para cambiar el diseño o para buscar nuevos ítems o preguntas a incluir en futuras ediciones de las encuestas de PSCT, algo que se considera muy necesario para comprender mejor la percepción de la tecnología en la sociedad.

## BIBLIOGRAFIA:

- Cámara Hurtado, Montaña, Laspra, Belén, & López Cerezo, Jose Antonio (2017). Apropiación social de la ciencia en España. *Percepción social de la Ciencia y la Tecnología 2016*, 19-49. Madrid. FECYT
- Dugger Jr, William E. (2001). Standards for technological literacy. *Phi Delta Kappan*, 82(7), 513-517.
- Dugger Jr, William. E. y Moye, Johnny J. (2018). Standards for Technological Literacy: Past, Present, and Future. *Technology and Engineering Teacher*, 77(7), 8-12.
- García Arnau, Albert, Gordo López, Ángel J., Gray, Chris H. (2019). Filias, fobias y desigualdades digitales: los/as jóvenes ante la ciencia y la tecnología. *Percepción social de la Ciencia y la Tecnología 2018*, 165-187. Madrid. FECYT
- ITEEA: International Technology and Engineering Educators Association. (2020). Standards for technological and engineering literacy: The role of technology and engineering in STEM education. <https://www.iteea.org/stel>
- Layton, David, Jenkins, Edgar, & Donnelly, James. (1994). *Scientific and technological literacy. Meanings and rationales. An annotated bibliography*. Leeds, UK: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Miller, Jon D. (1983). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. *Daedalus*, 112(2), 29-48. <http://www.jstor.org/stable/20024852>
- Miller, Jon D. (1986). Technological literacy: Some concepts and measures. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 6(2), 195-201.
- Miller, Jon D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3), 203-223. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/7/3/001>
- Miller, Jon D. (2004). Public Understanding of, and Attitudes toward, Scientific Research: What We Know and What We Need to Know. *Public Understanding of Science*, 13(3), 273-294. <https://doi.org/10.1177/0963662504044908>
- Miller, Jon D., & Laspra, Belén (2018). Los factores que influyen en la cultura científica. *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2018*, 37-57. Madrid. FECYT.
- OECD (2019), *Estrategia de Competencias de la OCDE 2019: Competencias para construir un futuro mejor*, OECD Publishing, Paris/Fundación Santillana, Madrid, <https://doi.org/10.1787/e3527cfb-es>.
- Roberts, Douglas A. (2007) "Scientific literacy/Science literacy", en S. K. Abell y N. G. Lederman (eds.) *Handbook of Research on Science Education*, Nueva York- Londres: Routledge, 729-780.
- Shen, Benjamin S.P. (1975). Science literacy and the public understanding of Science. *Communication of Scientific Information*, 44-52.