



COLECCIÓN
INVESTIGACIÓN

ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PENSAMIENTO TECNOLÓGICO



Carlos Alberto Merchán Basabe
Myriam Cecilia Leguizamón González
(Compiladores)

ESTUDIOS SOBRE EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PENSAMIENTO TECNOLÓGICO



Carlos Alberto Merchán Basabe
Myriam Cecilia Leguizamón González
(Compiladores)



Estudios sobre educación en tecnología y desarrollo del pensamiento tecnológico / Researches on education in technology and development of technological thinking / Merchán Basabe, Carlos Alberto; Leguizamón González, Myriam Cecilia (Compiladores). Tunja: Editorial UPTC, 2021. 342 p.

ISBN 978-958-660-571-7

ISBN Digital 978-958-660-570-0

1. Pensamiento tecnológico. 2. Educación en tecnología. 3. Educación Informática. 4. Investigación de la tecnología. 5. Estrategia didáctica. 6. Ambientes virtuales

(Dewey 607 /21) (Thema JN - Educación)



Primera Edición, 2021

50 ejemplares (impresos)

Estudios sobre educación en tecnología y desarrollo del pensamiento tecnológico

Researches on education in technology and development of technological thinking

ISBN 978-958-660-571-7

ISBN Digital 978-958-660-570-0

Colección de Investigación UPTC N.º 212

Proceso de arbitraje doble ciego

Recepción: junio de 2020

Aprobación: septiembre de 2020

© Carlos Alberto Merchán Basabe, 2021

© Danny Jusep Suárez Forero, 2021

© Myriam Cecilia Leguizamón, 2021

© Yenifert Yineth Becerra Rodríguez, 2021

© Mary Luz Ortiz Ortiz, 2021

© Miguel Enrique Sigua, 2021

© Adriana Sandoval Espitia, 2021

© Jair Leonardo Vargas Mendoza, 2021

© Luisa Fernanda Sastoque Galeano, 2021

© Julián Darío Torres Sánchez, 2021

© Wilmer Alfredo Ferla Calderón, 2021

© Daniel Eduardo Pineda Fagua, 2021

© Laura Katherine López Rozo, 2021

© Iván Darío Mejía Ortega, 2021

© Claudia Esperanza Saavedra Bautista, 2021

© Universidad Pedagógica y Tecnológica

de Colombia, 2021

Editorial UPTC

Edificio Administrativo – Piso 4

Avenida Central del Norte 39-115,

Tunja, Boyacá

comite.editorial@uptc.edu.co

www.uptc.edu.co

Rector UPTC

Óscar Hernán Ramírez

Comité Editorial

Manuel Humberto Restrepo Domínguez, Ph. D.

Enrique Vera López, Ph. D.

Yolima Bolívar Suárez, Mg.

Sandra Gabriela Numpaque Piracoca, Mg.

Óscar Pulido Cortés, Ph. D.

Edgar Nelson López López, Mg.

Zaida Zarely Ojeda Pérez, Ph. D.

Carlos Mauricio Moreno Téllez, Ph. D.

Editora en Jefe:

Lida Esperanza Riscanevo Espitia, Ph. D.

Coordinadora Editorial:

Andrea María Numpaque Acosta, Mg.

Corrección de Estilo

Martha Liliana Álvarez Ayala

Libro financiado por la Dirección de Investigaciones de la UPTC. Se permite la reproducción parcial o total, con la autorización expresa de los titulares del derecho de autor. Este libro es registrado en Depósito Legal, según lo establecido en la Ley 44 de 1993, el Decreto 460 de 16 de marzo de 1995, el Decreto 2150 de 1995 y el Decreto 358 de 2000.

Libro resultado de investigación con SGI No 2880

Citar este libro / Cite this book

Merchán Basabe, C. & Leguizamón González, M. (Comp.) (2021). *Estudios sobre educación en tecnología y desarrollo del pensamiento tecnológico*. Tunja: Editorial UPTC.

DOI: <https://doi.org/10.19053/9789586605700>

Resumen

El libro profundiza sobre el desarrollo del pensamiento tecnológico, su didáctica y formas de evaluación en la escuela. Recoge algunos de los resultados del proyecto de investigación: Pensamiento tecnológico a través de la robótica educativa en educación básica (SGI 2880) producto de la iniciativa interinstitucional e interfacultades entre los Grupos de Investigación CETIN, RESET de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), y EPISTEME de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).

Palabras clave: Pensamiento tecnológico; Educación en tecnología; Educación Informática; Investigación de la tecnología; Estrategia didáctica; Ambientes virtuales.

Abstract

The book delves into the development of technological thinking, its didactics and forms of evaluation in school. It collects some of the results of the research project: Technological thinking through robotics in basic education (SGI 2880). It is initiative between the Research Groups CETIN, RESET of Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), y EPISTEME de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).

Keywords: Technological thinking; Technological education; Computer Education; Reaserach on Technology; Didactics strategies; Virtual Environments of Learning.

TABLA DE CONTENIDO

Presentación

Capítulo 1

Modelo epistemológico y didáctico para el desarrollo del pensamiento tecnológico.

Carlos Alberto Merchán Basabe

Introducción

Aspectos preliminares

Problema

Marco metodológico

Resultados

Conclusiones

Referencias

Capítulo 2

Aprendizaje basado en retos como estrategia metodológica para el área de tecnología.

Danny Jusep Suárez Forero y Myriam Cecilia Leguizamón

Introducción 60

Bases teóricas del Aprendizaje Basado en Retos

Metodología de enseñanza aprendizaje

Marco metodológico

Diseño metodológico 7

Resultados

Discusión

Conclusiones

Referencias

Capítulo 3

Recurso educativo digital como estrategia didáctica para fortalecer el pensamiento tecnológico.

Yenifert Yineth Becerra Rodríguez, Mary Luz Ortiz Ortiz y Miguel Enrique Sigua

Introducción 99

Fundamentación teórica

Estrategias didácticas

Marco metodológico

Resultados 109

Discusión de resultados

Conclusiones

[Referencias](#)

Capítulo 4

La robótica educativa como estrategias para potencializar el pensamiento tecnológico.

Adriana Sandoval Espitia y Jair Leonardo Vargas Mendoza

[Introducción](#)

[Problemática](#)

[Metodología](#)

[Conclusiones](#)

[Referencias](#)

Capítulo 5

Estimulación cognitiva para la inhibición de respuestas automáticas por medio de TIC.

Luisa Fernanda Sastoque Galeano y Julián Darío Torres Sánchez

[Introducción](#)

[Aspectos preliminares](#)

[Problema](#)

[Objetivo general](#)

[Objetivos específicos](#)

[Fundamentación teórica](#)

[Marco metodológico](#)

[Solución propuesta](#)

[Resultados](#)

[Conclusiones](#)

[Referencias](#)

Capítulo 6

Educación en tecnología como estrategia para fortalecer la competencia argumentativa.

Mary Luz Ortiz Ortiz, Wilmer Alfredo Ferla Calderón y Daniel Eduardo Pineda Fagua

Daniel Eduardo Pineda Fagua

[Introducción](#)

[Fundamentación teórica](#)

[Material educativo digital](#)

[Metodología](#)

[Resultados](#)

[Discusión de resultados](#)

[Conclusiones](#)

[Referencias](#)

Capítulo 7

Análisis de protocolo verbal: estrategias de experto en la corrección de textos escritos para el diseño de software.

Carlos Alberto Merchán Basabe

[Introducción](#)

[Aspectos preliminares](#)

[Fundamentación teórica](#)

[Marco metodológico](#)

[La experiencia](#)

[Resultados](#)

[Conclusiones](#)

[Referencias](#)

[ANEXOS](#)

Capítulo 8

Desarrollo de la noción de identidad cultural a través del uso pedagógico del AVA “Aprende del campo”.

Laura Katherine López Rozo y Carlos Alberto Merchán Basabe

[Introducción 288](#)

[Fundamentación teórica](#)

[Metodología 296](#)

[Resultados 302](#)

[Discusión 304](#)

[Conclusiones 306](#)

[Referencias 307](#)

Capítulo 9

Aula invertida, competencias tecnológicas y pensamiento digital para docentes en formación: un estudio de caso en la UPTC.

Iván Darío Mejía Ortega y Claudia Esperanza Saavedra Bautista

[Introducción](#)

[Fundamentación teórica](#)

[Marco metodológico](#)

[Resultados](#)

[Discusión](#)

[Conclusiones](#)

[Referencias](#)

PRESENTACIÓN



Esta obra corresponde a una iniciativa interinstitucional e inter facultades entre los Grupos de Investigación Ciencia y Educación en Tecnología e Informática —CETIN— y *Research in Science, Education and Technology* —RESET— de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), sedes Tunja y Duitama respectivamente, y EPISTEME, grupo de investigación en Cognición y Educación de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), representantes de las Licenciaturas en Informática (UPTC-Tunja), Tecnología (UPTC-Duitama) y en Diseño Tecnológico (UPN). Responde a las dinámicas de cooperación y cohesión en la que se viene trabajando desde el 2003 en el marco de la Red Nacional de Programas Educativos en Tecnología e Informática de Colombia (Red Repetic) y que se consolidaron en el Convenio Marco Interinstitucional firmado en 2016. Igualmente, hacen parte constitutiva de la génesis y resultados del proyecto de investigación: Pensamiento tecnológico a través de la robótica educativa en educación básica (SGI 2880), inscrito en la Dirección de Investigaciones de la UPTC.

Este trabajo expone los resultados de investigaciones que los grupos CETIN, RESET y EPISTEME adelantan conjuntamente y que en el año 2018 decantaron en la publicación del libro “Propuestas didácticas para el aprendizaje en Tecnología e Informática” (Editorial de la UPTC). Este nuevo libro continúa la senda de cooperación y desarrollo interinstitucional. Es así que los escritos compilados son producto de los proyectos que de forma preliminar y paralela sobre educación en tecnología y desarrollo del pensamiento tecnológico, han permitido consolidar los núcleos ontológico, epistemológico y didáctico del área de Tecnología e Informática en Colombia, fortaleciendo el objeto de estudio y desarrollo de las Licenciaturas en Informática, Licenciatura en Tecnología y Diseño Tecnológico, y favorece los procesos de acreditación de alta calidad, tanto de los programas como de las universidades.

El libro parte de dos premisas fundamentales, la primera es que:

(...) la educación en tecnología se asume como el proceso permanente y continuo de adquisición y transformación de los conocimientos, valores y destrezas inherentes al diseño y producción de artefactos, procedimientos y sistemas tecnológicos. Apunta a preparar a las personas en la comprensión, uso y aplicación racional de la tecnología para la satisfacción de las necesidades individuales y sociales (MEN, 1992, p. 36)

La segunda es que el pensamiento tecnológico es:

La actividad mental de orden estructural, funcional y dinámico que, por un lado, define una forma particular e intencional de ver, abordar, operar e intervenir la realidad (percibible e inteligible) en que el ser humano se desenvuelve, y por el otro, un modo creativo de adquirir, representar, aprender, articular y/o modificar los saberes y objetos de conocimiento que subyacen a esta realidad, con el fin de construir cuerpos estables de conocimiento tecnológico que le permiten [al hombre] solucionar problemas, satisfacer necesidades y/o resolver deseos que surgen de su relación técnico-instrumental con los contextos de actuación (natural, artificial, personal y epistémico) y que mejoran la calidad de vida social e individual al transformarla. (Merchán Basabe., 2018a, p. 15)

En consecuencia, se presenta lo indagado sobre la naturaleza de ambos conceptos en tres grandes campos: la cognición, el uso de medios tecnológicos y sus relaciones interdisciplinarias, los cuales aproximan a una concepción de educación, de tecnología y de pensamiento que se invita a revisar, juzgar e incluso recontextualizar en cuanto, entendemos, son germinales y requieren ser replicados con otras poblaciones y en otros niveles escolares, con nuevos medios e incluso, en otras áreas, y por ende, sus posibilidades de aplicación son inagotables. En este sentido, unen la voluntad por dilucidar qué es y cómo se construye el pensamiento tecnológico, y cómo esto repercute en el desarrollo didáctico del área de Tecnología e Informática en la escuela.

Así, el primer capítulo presenta los avances de la tesis doctoral *¿Qué es y cómo se desarrolla el pensamiento tecnológico?* Ejecutada por Merchán en el marco del Doctorado Interinstitucional de Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, en convenio con las universidades Distrital y del Valle. Allí retoma el concepto de pensamiento tecnológico expuesto en 2018 y, desde el cruce categorial de diversos conceptos emitidos por autores

de la filosofía de la tecnología, psicología cognitiva, pedagogía y didáctica de la tecnología y diseño industrial, lo amplía profundizando en sus componentes estructural, funcional y dinámico y los elementos constitutivos de cada uno, presentando el *Modelo de Representación Mental de la Actividad Tecnológica —REMAT—* de carácter epistemológico, y el *Modelo Didáctico General FEA* para el desarrollo del pensamiento tecnológico. El capítulo ilustra brevemente el uso didáctico de ambos modelos.

En el segundo capítulo, Suárez y Leguizamón, dan cuenta de los resultados de la investigación *Aprendizaje basado en retos como estrategia metodológica para el área de Tecnología* del grupo CETIN, en donde describen la implementación de esta estrategia con el fin de identificar la incidencia que tiene en los roles que asumen los estudiantes cuando trabajan en el área de Tecnología y el componente solución de problemas con tecnología de las orientaciones generales para la educación en tecnología (MEN, 2008). La investigación genera un modelo de pensamiento en donde hace relevancia al aprendizaje activo y vivencial y transforma el rol del estudiante de un agente pasivo a un productor de conocimiento.

Becerra, Ortiz y Sigua en su estudio: *Recurso educativo digital sobre operadores eléctricos para el fortalecimiento del pensamiento tecnológico en los atributos causa-efecto y análisis-síntesis*, evidencian que el uso de recursos educativos digitales sobre operadores eléctricos, favorece el desarrollo del pensamiento tecnológico, las capacidades para analizar y sintetizar, así como establecer las causas de un problema e identificar los efectos de las posibles soluciones, demostrando que las oportunidades que brinda la tecnología e informática para la capacidad de innovación, adaptación y el aprovechamiento de los recursos tecnológicos constituye el factor principal del desarrollo económico, social, cultural y educativo de Colombia.

A continuación, Sandoval y Vargas, en el capítulo cuatro, describen la experiencia de docentes, estudiantes e instituciones que responsablemente exploran el mundo de la robótica para generar cambios en la sociedad, así se describe la creación del servidor multifuncional SEERBOT como apoyo para la movilidad de la población con discapacidad visual; en segundo

lugar, se muestra una unidad didáctica sobre enseñanza de la robótica, y en tercer lugar, se presenta la importancia de la creación de un semillero de robótica en secundaria, con el fin de reafirmar el compromiso de las comunidades educativas al proponer la robótica como parte importante del desarrollo del pensamiento tecnológico y computacional en niños y jóvenes de básica y media.

En la misma línea, Sastoque y Torres, en el capítulo quinto, presentan los resultados de su investigación: *Estimulación cognitiva para la inhibición de respuestas automáticas por medio de TIC*, contribución a la producción de conocimiento teórico en el campo de la psicología y la tecnología, en donde se indagó el proceso de inhibición de respuestas automáticas con el fin de mejorar la atención selectiva en estudiantes de educación media a través del uso de un OVA (Objetivo Virtual de Aprendizaje), el paradigma Stroop antes y después del entrenamiento Go/NoGo. Los resultados fueron verificados empleando la tecnología electroencefalográfica (EEG) en el área 46 del mapa de Brodmann. Los hallazgos alientan a profundizar sus aplicaciones en otras poblaciones tales como personas con discapacidad motora profunda.

Los capítulos seis y siete presentan dos estudios sobre las relaciones tecnología y lenguaje. En el primero, Ortiz, Ferla y Pineda, presentan los resultados del estudio: *Material educativo digital sobre el proceso tecnológico para fortalecer la competencia argumentativa*, realizado con estudiantes de grado octavo, en el que se analiza el nivel de eficacia que tiene un material educativo digital sobre las fases del proceso tecnológico y el fortalecimiento de la competencia argumentativa, en tanto, esta última refleja la capacidad de organización del pensamiento y la postura crítica y reflexiva frente a situaciones cotidianas, y se relaciona con la capacidad de pensar tecnológicamente como eje articulador de cualquier área de conocimiento.

Merchán por su parte, en el capítulo siete, expone el uso del análisis de un protocolo verbal para caracterizar la ruta cognitiva y flujo de acciones que realiza un experto en lengua castellana para resolver un problema de revisión, evaluación y calificación de un texto escrito elaborado por un aprendiz del mismo campo y, posteriormente, representarlo

computacionalmente en un diagrama de flujo que soporta el diseño de un software.

El capítulo octavo da cuenta de los resultados del estudio: *Desarrollo de la noción de identidad cultural a través del uso pedagógico del AVA “Aprende del campo”* ejecutado por López y Merchán en que se demuestra que aquellos niños de tercer grado que interactuaron con el AVA en mención, incrementaron su conocimiento acerca de diferentes prácticas tecnológicas agropecuarias propias de la identidad cultural “gachancipeñas” dando con ello, también, cumplimiento a uno de fines de la educación propuestos en la Ley General de Educación colombiana (Ley 115, 1994, Art. 5) la construcción de la unidad e identidad nacional, escenario que no debe ser ajeno al área de Tecnología e Informática, razón por la que nos preguntamos ¿La manera en que el AVA aprende del campo favorece la comprensión crítica de la cultura y la noción de identidad cultural?

El capítulo final recoge los resultados del estudio de caso *flipped classroom* o modelo emergente aula invertida. En este sentido, Mejía y Saavedra estimulan la participación de los estudiantes en la adquisición de competencias tecnológicas y pensamiento digital a través de materiales auténticos. Los resultados obtenidos señalan las posibilidades de articulación de esta estrategia a diversas asignaturas de la Licenciatura en Tecnología de la UPTC, con resultados alentadores para la promoción de la participación y comprensión de los estudiantes durante el desarrollo de los contenidos disciplinares. Así mismo, los autores reportan un incremento en la motivación, el pensamiento crítico, la autonomía y el compromiso del proceso de formación.

Los autores de cada uno de los capítulos, fueron libres de determinar la organización de sus textos, y la manera de expresar los hallazgos y resultados de las indagaciones abordadas. Se buscó tener un hilo conductor que corresponde a la temática objeto de estudio y hacer visible cómo desde las distintas aristas se ha venido avanzando en la construcción de conocimiento, tanto a través del proyecto de investigación que concentra las ideas preliminares y paralelas que se viene construyendo, como a través de la dinámica de desarrollar proyectos conjuntos con otros grupos de investigación.

Para cerrar, confiamos en que este texto contribuya a las discusiones propias y necesarias del área de Tecnología e Informática en Colombia, aporte a la construcción de una teoría consistente del pensamiento tecnológico y de la educación en tecnología, a la definición de líneas y trabajos de investigación en pregrado y postgrado bajo la tutela de los grupos de investigación autores de este libro.

Este es el modo en que los programas de alta calidad, Licenciatura en Informática (UPTC-Tunja), Licenciatura en Tecnología (UPTC-Duitama) y Licenciatura en Diseño Tecnológico (UPN), miembros activos de la Red Repetic, contribuyen a la formación de docentes del área de Tecnología e Informática para Colombia y a las discusiones sobre educación en tecnología y pensamiento tecnológico en el mundo.

CAPÍTULO 1



Modelo epistemológico y didáctico para el desarrollo del pensamiento tecnológico¹

Carlos Alberto Merchán Basabe²

Introducción

Nos interesa dilucidar cómo se construye el pensamiento tecnológico. Para ello, resultado del cruce categorial de diversos conceptos emitidos por autores de la filosofía de la tecnología, psicología cognitiva, pedagogía y didáctica de la tecnología y diseño industrial a 2019 (Acevedo Guerra, 2006; Andrade, 1995; Bosnjak, 2006; Büch, 1999; Bönsiepe, 1978; Heidegger, 1994a; Norman, 2005) actualizamos y ampliamos la definición y descripción realizada en 2018 sobre el pensamiento tecnológico y sus componentes estructural, funcional y dinámico (Merchán Basabe, 2018a) y de los cuales también derivamos el *Modelo de Representación Mental de la Actividad Tecnológica —REMAT—* de carácter epistemológico, y el *Modelo Didáctico General FEA* para el desarrollo del pensamiento tecnológico. El capítulo ilustra brevemente el uso didáctico de ambos modelos.

Los adelantos aquí presentados sobre el desarrollo del pensamiento tecnológico son derivados de la tesis doctoral *¿Qué es y cómo se desarrolla el pensamiento tecnológico?*, ejecutada por el autor en el marco del Doctorado Interinstitucional de Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, en convenio con las universidades Distrital y del Valle.

Aspectos preliminares

El área de Tecnología e Informática fue establecida como obligatoria y fundamental en Colombia mediante los artículos 23 y 31 de la Ley General

de Educación (Ley 115, 1994). Desde entonces, el Ministerio de Educación Nacional [MEN], las Secretarías de Educación Departamentales y locales, académicos e investigadores han procurado, a lo largo y ancho del país, definir qué debemos entender por tecnología y qué por informática, cómo se aprenden en la escuela y cuáles son sus propósitos formativos. El grupo de investigación “Episteme” no ha sido ajeno a este esfuerzo, aportando en los Congresos Nacionales de Experiencias Curriculares y de Aula en Tecnología e Informática de Colombia, organizado por las universidades pertenecientes a la Red Repetic desde el 2003, planteando posturas ontológicas, epistemológicas y didácticas para su implementación en la escuela.

Durante el II Congreso, realizado en Bucaramanga, propusimos que el desarrollo del pensamiento tecnológico fuera el propósito de formación del área de Tecnología e Informática, allí introdujimos una primera definición de este dando respuesta a la pregunta ¿qué es y cómo se construye? (Merchán Basabe, 2005b). Desde entonces, nuestro esfuerzo como grupo ha sido el de dilucidar ambos interrogantes.

Este artículo da cuenta de los avances sobre esta cuestión, es resultado de la investigación doctoral *¿Qué es y cómo se desarrolla el pensamiento tecnológico?*, ejecutada durante el desarrollo del Doctorado Interinstitucional de Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, en convenio con las universidades Distrital y del Valle; por otra parte, amplía el artículo *Orientaciones para el uso de estrategias didácticas en el desarrollo del pensamiento tecnológico* (Merchán Basabe, 2018a) publicado con la editorial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Problema

Nos interesa dilucidar ¿Cómo se construye el pensamiento tecnológico?

Para ello, actualizamos y ampliamos la definición y descripción realizada en 2018 sobre el pensamiento tecnológico y sus componentes estructural, funcional y dinámico (Merchán Basabe, 2018a), resultado del cruce categorial de diversos conceptos emitidos por autores de la filosofía de la tecnología desde 1931 a 2019 (Acevedo Guerra, 2006; Andrade Londoño,

1995; Bosnjak, 2006; Büch, 1999; Bönsiepe, 1978; Heidegger,1994a; Norman, 2005), y de los cuales también derivamos los Modelos *MAT* y *FEA* que hemos concebido para su desarrollo.

Marco metodológico

Dado que es poca la literatura que define qué es el pensamiento tecnológico y que mucha de la generada en lengua inglesa en realidad se refiere a pensamiento computacional (*technological thinking*), concepto emergente asociado con el uso del computador y las habilidades que de allí se desprenden, nos hemos propuesto metodológicamente y basados en nuestro concepto de pensamiento tecnológico (Merchán Basabe, 2018a) establecer los componentes y elementos que lo definen, pero esencialmente, determinar cómo se construye.

Para ello, realizamos exhaustivo rastreo y análisis bibliográfico de innumerables textos en cuatro categorías (Ver Tabla 1).

Tabla 1

Categorías, objetivos y productos de la revisión de fuentes para caracterizar el pensamiento tecnológico

Categoría	Objetivo	Fuentes	Producto
Pensamiento	Establecer el concepto de pensamiento y sus propiedades desde la psicología cognitiva	Psicología cognitiva	Validación del concepto, características, propiedades y componentes del pensamiento tecnológico
Tecnología e informática	Establecer el concepto y propiedades de la técnica y tecnología desde la filosofía de la tecnología	Filosofía de la tecnología	Validación del concepto, características, propiedades de la técnica y tecnología como sustento ontológico y epistemológico de los componentes del pensamiento tecnológico
Solución de problemas	Establecer el concepto y propiedades de los problemas tecnológicos desde el diseño industrial	Diseño industrial	Validación del concepto, características, propiedades de los componentes del pensamiento tecnológico y sus objetos de estudio

Didáctica	Establecer el concepto y propiedades de la didáctica de la tecnología desde diversos autores de pedagogía y didáctica	Pedagogía y didáctica	Validación del concepto, características, propiedades de la técnica y tecnología como sustento pedagógico y didáctico para el desarrollo de los componentes del pensamiento tecnológico
------------------	---	-----------------------	---

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Merchán Basabe (2018b).

Metodológicamente se seleccionan textos del siguiente modo:

Tabla 2

Criterios para el rastreo, selección y análisis de fuentes para caracterizar el pensamiento tecnológico

Categoría	Fuentes	Periodo	Condiciones y marcadores de búsqueda
Pensamiento	Psicología cognitiva	Clásicos y 1990-2019. Generados durante el periodo de existencia del área de Tecnología	Asociados al desarrollo del pensamiento y la cognición humana, las dimensiones educables del ser humano
Tecnología e informática	Filosofía de la tecnología		Asociados al pensamiento, la ontología y epistemología de la tecnología, filosofía de la tecnología ética de la tecnología, historia de la tecnología
Solución de problemas	Diseño industrial		Asociados al pensamiento y la resolución de problemas, el diseño de artefactos y productos industriales, así como a los métodos de resolución de problemas
Didáctica	Pedagogía y didáctica		Asociados al desarrollo del pensamiento, uso de estrategias didácticas, procesos de enseñanza y aprendizaje

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Merchán Basabe (2018b).

Cada texto fue seleccionado empleando las condiciones y marcadores de búsqueda en diversas bases de datos, librerías y bibliotecas y rastreando desde las referencias de otras fuentes. Una vez seleccionadas fueron categorizadas (Tabla 1). Leído el texto se extraían aquellos elementos que

enriquecían, explicaban, ampliaban o reestructuraban el concepto de pensamiento tecnológico y que permitían esclarecer sus componentes ontológicos, o sus modos de construcción epistemológica y didáctica. Finalmente, se cruzaron dichos conceptos, características y propiedades con el fin de ofrecer un sustento pedagógico y didáctico para el desarrollo de los componentes del pensamiento tecnológico.

Lo que sigue da cuenta de los resultados obtenidos.

Resultados

En lo que sigue damos cuenta los resultados de este análisis, con lo cual ampliamos la definición y explicación de los componentes del pensamiento tecnológico, y los elementos que los conforman, además de la presentación del Modelo Epistemológico y Modelo Didáctico que emergió para su desarrollo en el aula.

Pensamiento tecnológico

De acuerdo con Merchán Basabe (2018b):

La actividad mental de orden estructural, funcional y dinámico que, por un lado, define una forma particular e intencional de ver, abordar, operar e intervenir la realidad (percible e inteligible) en que el ser humano se desenvuelve, y por el otro, un modo creativo de adquirir, representar, aprender, articular y/o modificar los saberes y objetos de conocimiento que subyacen a esta realidad, con el fin de construir cuerpos estables de conocimiento tecnológico que le permiten [al hombre] solucionar problemas, satisfacer necesidades y/o resolver deseos que surgen de su relación técnico-instrumental con los contextos de actuación (natural, artificial, personal y epistémico) y que mejoran la calidad de vida social e individual al transformarla. (p. 15)

Definición que amplió en relación con la realizada en 2005 (Merchán Basabe, 2005b) y recogió los avances de 15 años de investigación en el tema expuestos en el Primer Congreso Internacional y V Nacional de Experiencias Curriculares y de Aula en Tecnología e Informática, en la Universidad Católica de Manizales (Merchán Basabe, 2013).

Esta definición parte de las siguientes premisas:

1. *El hombre es el animal más frágil de la naturaleza.*

2. *El hombre es esencialmente técnico.* Por tanto, es connatural a él, como especie, su acción de crear lo artificial, de este modo lo tecnológico es una actividad humana, actividad que nos ha permitido sobrevivir en este mundo natural adverso, exigente y cambiante. (Heidegger, 1994a; 1994b; 1994c; Simondon, 2017a; Norman, 1990).
3. *El hombre, como especie, es un ser insatisfecho, incompleto, por ende, está en permanente búsqueda del bien estar en el mundo.* De esta insatisfacción, incompletitud, al decir de Ortega y Gasset (1982), surge de la relación técnica del hombre con el mundo natural, artificial y psíquico (Bönsiepe, 1978; Büch, 1999), causa primaria de la creación tecnológica y que puede adquirir la condición de problema, necesidad o deseo dando cuenta, por un lado, de la necesidad de intervenir el mundo y mejorar así la misma actividad humana en este (Sloterdijk, 2001). Esta insatisfacción también conlleva a que toda solución tecnológica es transitoria, susceptible de ser mejorada, perfectible y, por ende, en sí misma dispone, libera y jalona la innovación (Bürdek, 1990; Löbach, 1981; Norman, 1990; Zimmermann, 2003; Heskett, 2002).
4. *La actividad técnica del hombre deriva en un tipo de conocimiento particular, velado en el diseño y fabricación de los productos tecnológicos y develado en el uso y utilidad de dichos productos* (Büch, 1999; Duque, 2006; Sabrovsky, 2006). En este sentido, la tecnología es una forma de construcción de conocimiento que posee una doble existencia, por un lado, como condición teleológica, final, la función asignada al producto o diseño que orienta la construcción de ese conocimiento a través de métodos de diseño que pueden ir desde métodos de caja negra como el descubrimiento al azar o por ensayo y error, hasta pasar por métodos de caja transparente y caja autorregulada (Jones, 1982; Bürdek, 1999; Bönsiepe, 1978; Löbach, 1981). Esta fabricación es obligada por el tipo de problemas, necesidades y deseos que surgen de la relación técnica descrita arriba y que preocupan al hombre (Heidegger, 1994d; 2005). En el paso entre el problema y la solución, que deriva en la obtención del producto, el hombre vela el conocimiento

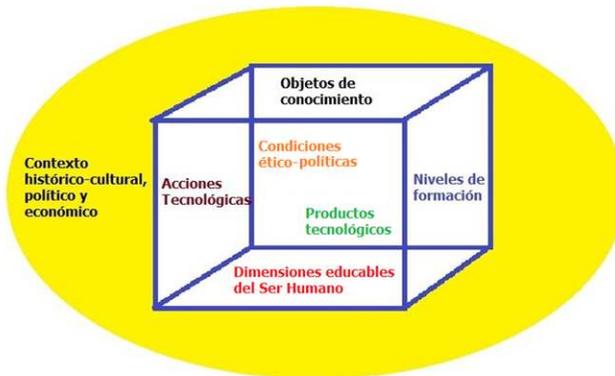
tecnológico que posee como estado actual o en acto y devela uno nuevo que surge durante la problematización, conceptualización, diseño, planeación, fabricación y evaluación del producto tecnológico, en este sentido ese conocimiento es estado de potencia del acto humano.

5. *El conocimiento tecnológico, derivado de la creación y uso de los productos de la tecnología, no es explicativo del mundo y sus fenómenos sino fáctico, pragmático y funcional que da cuenta del actuar del hombre en el mundo* (Büch, 1999; Dreyfus, 2006; Duque, 2006; Simondon, 2007; 2017a). En este sentido diseñar, fabricar, usar y resignificar los artefactos, procesos, sistemas y servicios que el pensamiento tecnológico genera, deriva en un conocimiento nuevo o en la actualización y reorganización del conocimiento que permite al hombre, por un lado, intervenir de manera más efectiva en el mundo, evaluar las respuestas tecnológicas existentes y por el otro, proponer alternativas nuevas de solución. Así, el conocimiento recircula y el pensamiento tecnológico se amplía y se hace más efectivo.
6. *La tecnología es actividad y forma de construcción de conocimiento que constituyen en sí, lo que llamaríamos ciencia de lo artificial* (Simon, 1996). Esto es que, las formas de construcción del conocimiento no solo se ocupan de los fenómenos de orden natural (ciencias naturales) o de orden social (ciencias sociales o de lo humano) sino que existe una ciencia o forma de construcción de conocimiento que se ocupa de estudiar, intervenir, generar y explicar lo artificial, la creación humana en el mundo. Entre las ciencias de lo artificial se incluiría el arte y la tecnología.

Con base en estas premisas entendemos que el pensamiento tecnológico (ver Figura 1) se organiza en torno a tres componentes: el estructural, el funcional y el dinámico. Cada componente, a su vez, se organiza en torno a unos elementos. Los componentes interactúan de manera interdependiente y recíproca a través de los elementos (Merchán Basabe, 2013; 2018b)

Figura 1

Componentes del pensamiento tecnológico e interacciones



Fuente: Obtenido de Merchán Basabe (2013, p. 15).

En lo que sigue se explica cada componente sus elementos y sus modos de interacción interdependiente.

Elementos del componente estructural del pensamiento tecnológico

El componente estructural determina lo ontológico y epistemológico del pensamiento tecnológico; sus elementos son las dimensiones educables del ser humano y los objetos de pensamiento y conocimiento de la tecnología, los cuales permanecen estables en el devenir del tiempo sin mayores modificaciones, es decir, la persona, el ser arrojado del que habla Heidegger, poseerá siempre dimensiones educables que lo caracterizan, lo definen y delimitan en su actuar en el mundo, actuar que puede adquirir tres sentidos: 1) como actividad al intervenir en el mundo, 2) como construcción de conocimiento al derivar de dicha actividad saberes que le permiten reflexionar y mejorar su intervención y productos, y, 3) como sujeto de y con historicidad. De la misma manera, son ontológicos los problemas, necesidades y deseos que surgen de la relación técnica del hombre con el mundo natural, artificial y psíquico y de los cuales se deriva conocimiento tecnológico que posibilita su solución o satisfacción, lo epistemológico, y que retorna al ciclo de pensamiento como ejercicio de innovación, de allí que toda respuesta tecnológica sea transitoria. Es epistemológico porque determina el modo en que se construye el conocimiento tecnológico, la manera en que se relaciona el sujeto cognoscente con el objeto de conocimiento, la técnica y la tecnología, además de hacer emerger modos o métodos de construcción y criterios de validez (Barragan, 1993).

Dimensiones educables del ser humano. Reconocemos que el ser humano es un ser dimensional. Dichas dimensiones configuran su potencia y delimitan su condición en acto. Así el sujeto posee las siguientes dimensiones:

- ***Biológica.*** Configuración y carga genética que determina las condiciones y evolución de la persona en aspectos como fenotipo, estructura musculoesquelética, funcionamiento sensorio-cognitivo, desarrollo funcional y psicológico, motricidad.
- ***Cognitiva.*** Conjunto de capacidades precognitivas, cognitivas y metacognitivas (Bruning, 2005; Bullon Orejas, 1996; 1997) inherentes al individuo y que le facilitan la acción de aprender a aprender y desaprender, desarrollando, construyendo y reconstruyendo sus estructuras de pensamiento necesarias para interpretar el mundo y construir conocimiento de orden declarativo, procedimental y episódico. Esta dimensión es explicativa del mundo.
- ***Pragmática.*** Conjunto de capacidades motoras e instrumentales que permiten a la persona hacer, fabricar, transformar y reconstruir su entorno derivando de ello un conocimiento de orden técnico, fáctico procedimental, procesual y productivo que le permite fabricar artefactos en búsqueda del bienestar. Esta dimensión permite saber cómo y con qué se construyen los productos tecnológicos de modo que podamos intervenir en el mundo
- ***Deontológica.*** Conjunto de capacidades que permiten valorar la utilidad práctica del conocimiento en ciertas situaciones y contextos, de modo que se deriva de ella una posición ética, axiológica y política relacional que le permite a la persona asumir posturas frente a su estar y quehacer tecnológico en el mundo. El pensamiento tecnológico, en su dimensión deontológica, representa el conjunto de capacidades de carácter afectivo, ético y axiológico que facultan al sujeto para valorar los entornos problemáticos, tomar decisiones en su resolución, asumir conductas y valorar sus respuestas en función de un bienestar colectivo. Lo deontológico representa la libertad del sujeto para comprender y elaborar juicios de razón que benefician la esfera privada y pública del ser en la colectividad. Evidencia el

pensamiento en relación con la toma de decisiones argumentadas frente a un dilema o problema ético, político, social

- **Comunicativa.** Conjunto de capacidades que tiene el individuo para interiorizar y divulgar sus ideas y las de otros, empleando diversos medios, códigos y lenguajes que median la relación social entre sujetos y objetos de conocimiento. Esta dimensión permite expresar, configurar y plasmar las ideas y soluciones tecnológicas. Deriva en expresiones orales, escritas, artefactuales, gráficas como bocetos, planos técnicos con instrumentos o sistemas CAD, fotografías, multimediales, entre otras.
- **Dimensión social.** Conjunto de capacidades que permiten a la persona establecer vínculos entre congéneres, asumir conductas y valorar su entorno en función de un bienestar común e individual, a través del reconocimiento del “Yo”, del “Otro” y del “Nosotros” que permite la convivencia humana. Esta dimensión social permite a la persona asumir la responsabilidad sobre los impactos de la creación tecnológica antes, durante y después de su producción, es decir, durante el diseño, su uso y sus impactos. Esta dimensión genera un saber arraigado en la alteridad, la empatía y la corresponsabilidad.

Exceptuando la dimensión biológica, que está determinada genéticamente y configuran nuestro desarrollo como sujeto de la especie, las demás dimensiones se despliegan en y gracias a actos educativos intencionados.

Objetos de pensamiento y conocimiento tecnológico. Nos referimos a los elementos estructurales que dan origen, delimitan y definen el conocimiento tecnológico (Büch, 1999), que dan en qué pensar (Heidegger, 2005; Sabrovsky, 2006) y está conformado por los intelectos colectivos, sus mundos y las relaciones interdependientes que surgen entre ellos (Lévy, 2004). En nuestro caso, los objetos del pensar tecnológico son, por un lado, los problemas, necesidades y deseos de orden tecnológico que surgen de la relación técnica entre el hombre y su estar arrojado en el mundo natural, artificial y psíquico —el mundo—, y por el otro, el conjunto de saberes específicos de la tecnología derivados de las acciones tecnológicas, la obtención de los productos tecnológicos y sus relaciones con otros campos del conocimiento, el intelecto colectivo.

Son objetos en tanto se hallan fuera del sujeto y, por ende, son cognoscibles y aprehensibles mediante su enunciación, estudio y transformación; del objeto siempre se puede predicar porque sigue estando en situación en un espacio-territorio en cuestión, para nuestro caso la tecnología, y son objetos porque

Son las figuras propias de este espacio... instrumentos de navegación específicos del mismo (...) se piensan ellos mismos con sus propios medios... no está situado, ni fechado, figura un tal devenir-comienzo fuera del tiempo, ya cumplido miles de veces, siempre a cumplir de nuevo (Lévy, 2004, p. 111).

Así, los intelectos colectivos “son comunidades humanas en comunicación consigo mismas, pensándose a sí mismas compartiendo y negociando permanentemente sus relaciones y sus contextos de significados compartidos” (Lévy, 2004, p. 111); mientras que los mundos son “recursos, entornos, conexiones cosmopolitas con los seres, los signos y las cosas, sus implicaciones en las diversas máquinas cósmicas, técnicas y sociales que las atraviesan” (p. 111).

Las interacciones que se dan entre este mundo e intelectos colectivos hacen que tanto uno como el otro, sean variables, y sus respuestas transitorias, perfectible, no son estables ni objetivas, sino “aperturas movientes, reiteradas sin cesar, (...que) derivan y se transforman al ritmo de las metamorfosis del intelecto colectivo” (p. 113).

El dominio y experticia que se posee de estos objetos y conocimientos derivados de ellos determina, aun de modo redundante, la base del conocimiento tecnológico y expresa el nivel de formación tecnológica de la persona y la comunidad. Finalmente, reiteramos que son objetos de pensamiento porque, al decir de Heidegger (1994d; 2005; 1994e), son los que nos preocupan y ocupan, es decir, lo que nos dan que pensar sobre nuestro hacer en el mundo.

Ejemplo de objetos de pensamiento serian:

- Problemas surgidos de la relación humana con el mundo natural: ¿Qué artefacto tecnológico me permite cazar un animal más fuerte y veloz que el humano? ¿Cómo comunicarme con mis congéneres al

otro lado del mundo sin usar el correo tradicional?

- Problemas surgidos de la relación humana con el mundo artificial
¿Cómo mejorar la forma del arco y la flecha para que sea más veloz al cazar? ¿Qué artefacto puedo fabricar para comunicarme con mis congéneres al otro lado del mundo sin usar papel ni tinta?
- Problemas surgidos de la relación humana consigo mismo u otros sujetos sociales: ¿Cómo puedo jugar sin tener que salir al frío en ciertas temporadas del año, por ejemplo, en invierno? ¿Cómo puedo diferenciar mis artefactos de los que poseen mis congéneres?

Elementos del componente funcional del pensamiento tecnológico

El componente funcional determina lo metodológico del pensamiento tecnológico y expresa los niveles de dominio epistemológico que se alcanzan a través del mismo; sus elementos son *las acciones tecnológicas* y *los niveles de formación tecnológica*, ambos son funcionales en tanto, por un lado, dan cuenta de la individuación técnica (Simondon, 2015) y, por el otro, hacen manifiesta la mentalidad técnica (Simondon, 2017a) de la persona y la sociedad. En el primer caso, asistimos a los modos en que los artefactos, u objetos técnicos como los llama Simondon (2007), evolucionan, cómo surgen desde el problema hacia la concreción y la metaestabilidad. En el segundo, observamos los modos de desplazamiento de la persona dentro del sistema técnico, lo que refleja su dominio o niveles de formación que persiguen el logro de la cibernética (Simondon, 2017b).

En ambos casos hay un dinamismo interno que conserva una meta-estructura, resonancia, por ejemplo, las acciones tecnológicas siempre son las mismas (estructura) pero sus formas de ejecución cambian, son funcionales, evolucionan, según el punto de intervención humana o desplazamiento de la actividad humana en la entrega de fuerza, información y energía. En el caso de los niveles, estos también denotan una estructura estable, el nivel mismo, pero los modos en que se desarrollan expresan una funcionalidad derivada de la redundancia y saturación del nivel que obliga a una individuación que nos lleva al siguiente nivel. Observamos entonces, los postulados simondonianos en este plano funcional.

Acciones tecnológicas. Nos referimos a las actividades funcionales que aseguran el paso de la identificación del problema a la producción de la solución tecnológica. El dominio de estas acciones tecnológicas no es secuencial, ni jerárquico, se pueden dar de modo independiente, es decir, alguien puede fabricar, aunque no problematice, o diseñar sin que tenga que fabricar. Esta independencia también genera un nivel de formación diferencial y que explicaremos en el siguiente literal. Estas acciones tecnológicas amplían la explicación realizada en 2018 (Merchán Basabe, 2018b).

a) Problematizar. La problematización es la actividad cognitiva mediante la cual se comprende, identifica, caracteriza y define las variables, normas, condiciones, criterios, inicio y meta de una situación problema con el fin de formularlo en forma concisa y precisa para, posteriormente, concebir y proponer alternativas de solución o resolución. Un problema es un estado de desequilibrio individual o colectivo (cognitivo, social, comunicativo, pragmático y/o deontológico) susceptible de resolverse a través del uso y mediación de los conocimientos y competencias (Merchán Basabe, 2005a), pero del cual, pese a visualizar el estado final esperado, desconocemos la forma, el camino o algunos de los saberes fundamentales para resolverlo. Al respecto Mayer (1986) propone que “(...) 1) el problema está actualmente en un estado o inicio, pero, 2) se desea que esté en otro estado o meta, y 3) no hay vía directa y obvia para realizar el cambio” (p. 44). La vía se obtiene a partir de estrategias y saberes ya conocidos que orientan la búsqueda de nueva información y nuevas maneras para solucionarlo, hasta que se logra el estado deseado o solución, la cual llevará al producto que siempre será la materialización lógica o tangible de esta actividad cognitiva.

Según Mayer (1986), un problema consta de datos que incluyen información relevante e irrelevante y donde se esconde el inicio del problema, el ambiente de la tarea y el espacio del problema (Simon y Newell, 1971; Maldonado y Andrade, 2001; Maldonado, 2008). Un objetivo o meta, es decir, el estado deseado o solución del problema; un nivel de incertidumbre, es decir, ausencia de información que dificulta la inmediata solución. La incertidumbre hace referencia a la cantidad de información (experiencias previas, conocimientos o estrategias) que no posee la persona para resolver el problema. Por tanto, un estado de

incertidumbre sobre una situación esperada de la cual se vislumbra la meta deseada, pero no el camino para alcanzarla es lo que definimos como problema.

De allí que los problemas tecnológicos, en tanto, estados de incertidumbre, son relativos a la experiencia de la persona, ya que una misma situación puede percibirse como un problema complejo para unos, simple para otros, o ser una necesidad para otros más. Esta diferencia se debe a tres aspectos:

Escasas experiencias previas en relación con la resolución de problemas del mismo tipo o similares. Escaso dominio de estrategias y conocimientos inertes, no transferibles con facilidad (Perkins, 1985). Escasa profundidad en el dominio de conocimiento con que cuenta quien lo resuelve para reconocer: solucionar un problema tecnológico exige que la persona lleve a cabo tres fases:

- Identificar el problema o problematizar,
- Generar estados de transición mediante estrategias algorítmicas o heurísticas, y
- Alcanzar el estado meta o solución que puede terminar con un diseño o incluso, llegar hasta la fabricación.

Dicha solución siempre es una materialización, lógica o tangible. Por ejemplo, un software, una organización espacial, una ruta de evacuación, un ambiente de aprendizaje son materializaciones lógicas, no son palpables, son intangibles, pero gracias a la percepción y otras operaciones mentales, se percibe su estructura, su función y su forma, aunque esta sea “invisible” al usuario. Una bicicleta, una silla de ruedas con características específicas, un instrumento para alcanzar objetos lejanos, entre otros, son ejemplos de materializaciones tangibles. Su forma función y estructura es evidente y analizable de manera convergente. Ambas producciones son resultado de solucionar un problema tecnológico y como resultado, no solo se obtiene el sistema o el artefacto, sino un conocimiento tecnológico derivado del proceso de problematización, diseño y fabricación, se aprendieron nuevas formas de valorar la realidad, aspectos que antes de abordarlo no se poseían o se poseían, pero, no en igual medida. Así se retroalimentan los componentes estructurales del pensamiento tecnológico.