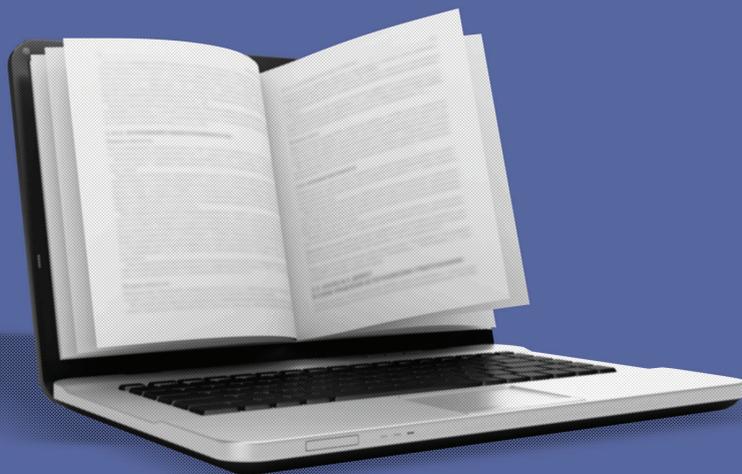


## LA DÉCADA COVID EN MÉXICO

Los desafíos  
de la pandemia  
desde las ciencias sociales  
y las humanidades

# Educación, conocimiento e innovación



Hugo Casanova Cardiel  
Janneth Trejo Quintana  
(Coordinadores)



## Catalogación en la publicación UNAM. Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información

**Nombres:** Casanova Cardiel, Hugo, editor. | Trejo Quintana, Janneth, editor.

**Título:** Educación, conocimiento e innovación / Hugo Casanova Cardiel, Janneth Trejo Quintana, (coordinadores).

**Descripción:** Primera edición. | Ciudad de México : Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, 2023. | Serie: La década COVID en México : los desafíos de la pandemia desde las ciencias sociales y las humanidades ; tomo 10.

**Identificadores:** LIBRUNAM 2204708 (impreso) | LIBRUNAM 2204770 (libro electrónico) | ISBN 9786073075138 (impreso) | ISBN 9786073075077 (libro electrónico).

**Temas:** Distanciamiento social (Salud pública) y educación -- México. | Enseñanza basada en el uso de la web -- México. | Relaciones maestro-estudiante -- México. | Maestros -- Capacitación de -- México. | Educación a distancia -- México. | Pandemia de COVID-19, 2020- -- Aspectos sociales -- México.

**Clasificación:** LCC LB1044.87.E364 2023 | LCC LB1044.87 (libro electrónico) | DDC 371.3580973—dc23

Este libro fue sometido a un proceso de dictaminación por pares académicos expertos y cuenta con el aval del Comité Editorial del Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de la Universidad Nacional Autónoma de México para su publicación.

Imagen de forros: Model-la

Apoyo gráfico: Percy Valeria Cinta Dávila

Cuidado del tomo: Jonathan Girón Palau

Gestión editorial: Aracely Loza Pineda y Ana Lizbet Sánchez Vela

Primera edición: 2023

D. R. © 2022 Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria, alcaldía Coyoacán, 04510, Ciudad de México

Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación

Centro Cultural Universitario, Ciudad Universitaria,

Coyoacán, 04510, Ciudad de México

[www.iissue.unam.mx](http://www.iissue.unam.mx)

ELECTRÓNICOS:

ISBN (Volumen): 978-607-30-7507-7 Título: Educación, conocimiento e innovación

ISBN (Obra completa): 978-607-30-6883-3 Título: La década COVID en México

IMPRESOS:

ISBN (Volumen): 978-607-30-7513-8 Título: Educación, conocimiento e innovación

ISBN (Obra completa): 978-607-30-6843-7 Título: La década COVID en México

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Se autoriza la copia, distribución y comunicación pública de la obra, reconociendo la autoría, sin fines comerciales y sin autorización para alterar o transformar. Bajo licencia creative commons Atribución 4.0 Internacional.

Hecho en México

## Contenido

Presentación	11
<i>Enrique Graue Wiechers</i>	
Prólogo	13
<i>Guadalupe Valencia García</i>	
<i>Leonardo Lomelí Vanegas</i>	
<i>Néstor Martínez Cristo</i>	
Introducción: Educación, conocimiento e innovación	21
<i>Hugo Casanova Cardiel</i>	
I. EXPERIENCIAS DE SUS ACTORES	
1 Agrégame al grupo de <i>guats</i> . WhatsApp como vehículo de interacción entre el profesorado y el estudiantado durante la pandemia	33
<i>Janneth Trejo Quintana</i>	
2 Estudiar sociología en la UNAM durante la COVID-19 como momento crítico de inflexión: experiencias estudiantiles y percepciones del cambio de modalidad educativa	73
<i>Santiago Andrés Rodríguez</i>	
<i>Mónica López Ramírez</i>	
3 Fabulación especulativa: animación del cuerpo y la lengua en pandemia en el aula virtual	105
<i>Marisa Belausteguigoitia</i>	

## II. LA DOCENCIA

- 4 Prácticas educativas en el estado de Oaxaca:  
la educación alternativa en el contexto de la pandemia 129  
*Zaida María Celis García*
- 5 Práctica docente en tiempos de la COVID-19: inventiva,  
desolación y resistencias 155  
*Gabriela de la Cruz Flores*
- 6 La formación inicial de docentes en educación primaria.  
El desafío invisibilizado 185  
*Yazmín Cuevas*

## III. SABERES Y EL PORVENIR

- 7 Futuras escuelas o lo que la pandemia  
permite pensar sobre el porvenir 213  
*Sebastián Plá*
- 8 La pandemia de la COVID-19:  
una coyuntura para nuevas propuestas  
educativas y el uso de las tecnologías 247  
*Juan Manuel Piña Osorio*  
*Judith Pérez-Castro*
- 9 La privatización de la educación superior  
y la emergencia sanitaria en México. Nuevos  
frentes de cara a la reivindicación de lo público 275  
*Miguel Alejandro González Ledesma*
- 10 El pensamiento computacional  
en educación digital 305  
*Enrique Ruiz Velasco Sánchez*
- Siglas y acrónimos 329

### III. SABERES Y EL PORVENIR

# El pensamiento computacional en educación digital

# 10

Enrique Ruiz Velasco Sánchez

Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, UNAM

## INTRODUCCIÓN

Consideramos que hoy en día es fundamental para cualquier persona acceder a una formación tecnológica de base en educación digital, que le permita saber usar la tecnología para comunicarse; navegar en la web sin naufragar; ser parte activa de las redes de juegos en línea; conocer el diseño de los sistemas informáticos; el funcionamiento de un robot; cómo se hacen las cosas; cómo deben analizarse, y, sobre todo, ser realmente críticos y creativos. Lo anterior implica aprender a pensar computacionalmente. Esto es, desarrollar las habilidades, los conocimientos y las disposiciones mentales asociados al pensamiento computacional. Antes de considerar algunas definiciones de dicho razonamiento, distinguiremos la importancia del pensamiento complejo y lo integraremos a la red de pensamientos que, entrelazados, producirán elementos más complejos. El conjunto de pensamientos que se muestran en la figura 1 están muy relacionados y son muy cercanos. Empero, queremos resaltar la importancia del pensamiento computacional, puesto que da cabida a la conformación del razonamiento informático que actualmente resulta de suma importancia, habida cuenta de que nos permite una comunicación-acción directa con el entorno tecnológico que nos rodea.

## PENSAMIENTO COMPLEJO

Morin (1994) plantea que el pensamiento complejo se refiere a la capacidad de interconectar distintas dimensiones de lo real. Cuando este autor habla de complejidad, utiliza el término *complexus*, cuyo significado se refiere a aquello que está entretejido, entrelazado, conectado. La palabra que usa Morin en francés es *relier*, que se traduce como conectar, y afirma que en dicha palabra se encuentra la partícula *re*, que implica el retorno sobre sí misma. También hace la consideración de que tal retorno o regreso es autoproduktivo, pues se trata de una máquina natural que gira sobre sí misma y que es susceptible de producir elementos cada vez más diversos, originando una esencia compleja que estará activa. Por tanto, el conocimiento, según Morin, debe poseer instrumentos, conceptos fundamentales que le permitan conectarse. Siguiendo esta línea de pensamiento, vamos a entrelazar distintos conceptos y regresarlos sobre sí mismos, para volver esta conexión más productiva con elementos más diversos y complejos. Dichos elementos son los distintos pensamientos: educatrónico, complejo, computacional, matemático, tecnológico, robótico e informático.

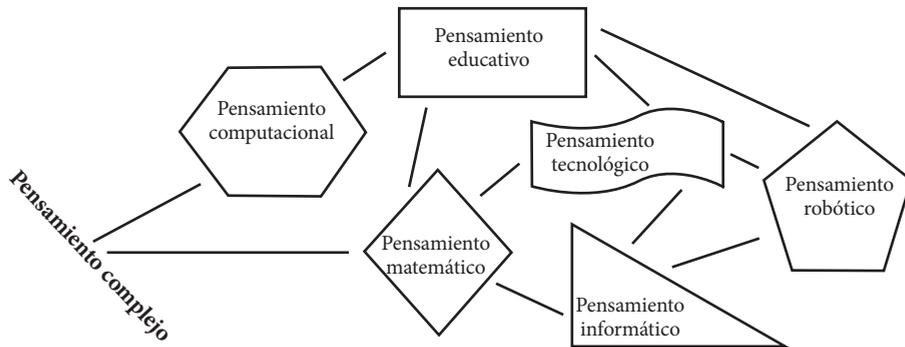
Ahora bien, Downes (2021), en su teoría del conectivismo, plantea como tesis central que el conocimiento se distribuye a través de redes de conexiones y, por tanto, el aprendizaje consiste en tener la capacidad de construir y franquear esas redes. Siguiendo su teoría, vamos a mostrar cómo conectando estos pensamientos que conforman una red podremos, eventualmente, derivar en el desarrollo de un pensamiento informático (véase la figura 1).

## PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

El pensamiento computacional puede parecer algo muy complejo. Hasta la fecha, hay muchas discrepancias cuanto a su definición. Empero, diversos autores, como Selby y Woollard (2014), Seehorn *et al.* (2011) y Seetle y Perkovic (2010), han trabajado este concepto y hacen una definición importante

que se complementa con la de Jeannette Wing (2006), que es la que usaremos en este trabajo.

FIGURA 1  
CONEXIÓN DE LOS PENSAMIENTOS COMPLEJO, COMPUTACIONAL, EDUCATRÓNICO, MATEMÁTICO, TECNOLÓGICO, ROBÓTICO E INFORMÁTICO



Fuente: Elaboración propia.

Cynthia Selby y John Woollard (2014) definen el pensamiento computacional como:

Una actividad cerebral que permite resolver problemas, comprender mejor las situaciones y expresar de mejor manera los valores a través de la aplicación sistemática de la abstracción, la descomposición, el diseño algorítmico, la generalización y la evaluación en la producción de una automatización que puede implementar un dispositivo informático digital o humano.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> El texto en idioma original dice: “A brain-based activity that enables problems to be resolved, situations better understood, and values better expressed through systematic application of abstraction, decomposition, algorithmic design, generalization, and evaluation in the production of an automation implementable by a digital or human computing device”.

En este caso podemos observar que la actividad se realiza en el cerebro y se aplica de manera sistemática la abstracción, la descomposición, el diseño algorítmico, la generalización y la evaluación, que resultan ser los procesos intrínsecos al pensamiento computacional, que puede devenir en un momento dado en informático.

Por otra parte, Seehorn *et al.* (2011) y Settle y Perkovic (2010) mencionan que el pensamiento computacional ya se ha adoptado tanto en los planes de estudios K-12 como en los posecundarios.

Así pues, podemos definir el pensamiento computacional como la posibilidad de solucionar problemas de cualquier índole, al integrar el razonamiento crítico, reflexivo, saberes adquiridos, actitudes y algoritmos de distintas disciplinas. Es importante notar que el pensamiento computacional coexiste en la combinación de conceptos estructurales de las ciencias de la computación y de la disgregación de los componentes de un problema para su solución, incluyendo los fundamentos teóricos de la información en general y los cálculos computacionales en particular.

El término pensamiento computacional fue sugerido por Seymour Papert (1980) y definido por Jeannette Wing como: “una actitud y un conjunto de habilidades de aplicación universal que todos, no sólo los informáticos, estarían ansiosos por aprender y usar” (2006: 33).<sup>2</sup>

Lo anterior se puede interpretar como que el pensamiento computacional significa mucho más que saber programar; es una habilidad transversal que requiere pensar en varios niveles de abstracción y que deberíamos de aprender todos. Este pensamiento integra conocimiento, habilidades, hábitos, actitudes, emociones y valores que responden de manera contextualizada a cualquier problema profesional o educativo. Los niveles de abstracción que demanda hacen llamados a razonamientos heurísticos para encontrar soluciones; para ordenar en presencia de la incertidumbre; para buscar estrategias de capacidad de cálculo y de almacenamiento en función del tiempo.

---

<sup>2</sup> El texto en el idioma original dice: “a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use”.

Por otra parte, el pensamiento computacional facilita pensar de manera recursiva, concurrencialmente, e interpretar datos como código y código como datos y, sobre todo, dimensionar para poder generalizar. Nos permite también determinar lo que puede ser calculado y cómo debe ser calculado. Esto es, el pensamiento computacional forma parte de la vida común y corriente de todos como individuos y tiene cierta influencia en la sistematización de todas las disciplinas, tanto duras como blandas. Esto quiere decir que no se refiere tan sólo a programar, sino que va más allá de esta habilidad, pues permite actuar y pensar en diferentes niveles de abstracción. El computacional es complementario de todos los tipos de pensamiento, como el matemático, el tecnológico y el humanista, por mencionar algunos.

De esta manera, lo que se pretende con el pensamiento computacional es divulgarlo como marco teórico del pensamiento en general y concertar su ubicuidad. Con esto podremos decir que este tipo de razonamiento implica ir mucho más allá de aprender y dominar un código informático, ya que permite, a partir de casos concretos y de la definición de patrones, generalizar y producir nuevas formas de tratamiento y de combinación de información para representarla de diversas maneras. Esto implica, trabajar de manera sistémica y sistemática en la identificación de patrones, soluciones y de errores en la definición y el tratamiento de problemas de cualquier índole. Por lo anterior, consideramos que el pensamiento computacional es congénito e inseparable de la tecnopedagogía<sup>3</sup> en la enseñanza-aprendizaje de la programación informática. Es, asimismo, pensamiento recursivo por definición. Se trata de pensar en términos de prevención, protección y recuperación (en el peor de los casos). El pensamiento computacional utiliza el razonamiento heurístico para descubrir una solución. Es planear, aprender la programación en presencia de lo estocástico. Es búsqueda, búsqueda y más búsqueda.

---

<sup>3</sup> La dimensión tecnopedagógica implica armonizar las dimensiones pedagógica y tecnológica con el objetivo de facilitar la construcción de conocimiento, habilidades y competencias, sustentadas en teorías pedagógicas apropiadas que despliegan situaciones didácticas diseñadas *ad hoc*, y que resultan afines con la integración de tecnologías accesibles, disponibles y con un alto grado de usabilidad.

Es el uso masivo e inteligente de datos, una forma bastante formal y eficiente de resolución de problemas. El pensamiento computacional es una habilidad imprescindible que debe ser aprendida y dominada por cualquier persona, como lo sugiere Wing (2006), puesto que favorece el aprendizaje de la programación informática, así como el tratamiento y la solución de todo tipo de problemas.

### PENSAMIENTO EDUCATRÓNICO

Es el ejercicio cognitivo que ubica al usuario en un contexto tecnologizado que integra distintas áreas del conocimiento con el objetivo de construir habilidades de base tecnopedagógicas, de información, de comunicación, de nociones científicas y artísticas al desarrollar proyectos que tienen como premisa el perfeccionamiento de un pensamiento complejo, reflexivo, crítico, sistémico, holístico, estructurado, lógico, abstracto y formal, para el desarrollo del pensamiento computacional. Este pensamiento pretende demostrar que es factible, a partir de narrativas naturales (lenguaje materno), apoyar a los usuarios en el aprendizaje de las bases de los lenguajes informáticos; esto es, que sepan construir las principales estructuras de los lenguajes de programación informática surgidas a partir de su propio lenguaje natural, vía la robótica pedagógica móvil (construyendo y programando su propio robot pedagógico) y desarrollando el pensamiento computacional<sup>4</sup> (Wing, 2006). El pensamiento educatrónico es un desarrollo tecnopedagógico que consta de dos fases: la primera permite la simulación de un elevador-robot, como antecedente de la simulación-experimentación de la programación informática, y la segunda, hace factible la escritura de un programa infor-

---

<sup>4</sup> Como se dijo en el apartado anterior, el pensamiento computacional es una imprescindible habilidad digital que debe ser aprendida y dominada por cualquier persona, puesto que favorece el tratamiento y resolución de todo tipo de problemas, incluyendo el aprendizaje de la robótica pedagógica, de la algoritmia y de la programación informática.

mático, para dar cuenta del conjunto de situaciones didácticas que admiten y facilitan el ejercicio de todas las estructuras de programación informática, independientemente del lenguaje en uso.

## PENSAMIENTO MATEMÁTICO

Se refiere a sistematizar y contextualizar el conocimiento teniendo como marco de referencia las matemáticas. Este tipo de pensamiento se desarrolla cuando conocemos el origen y la evolución de conceptos y herramientas pertenecientes al campo de las matemáticas. Desarrollando tal pensamiento, logramos una formación más completa que nos facilita la obtención de una importante gama de conocimientos que son útiles en la consecución de objetivos. El pensamiento matemático implica saber cómo se formó un concepto o una técnica para conocer sus dificultades y explotar correctamente su uso. En la actualidad, la informática ha transformado por completo el panorama de las matemáticas. Los vínculos son bidireccionales entre las dos disciplinas y son cada vez más intensos y fructíferos. Las tecnologías de la información han experimentado un gran desarrollo desde hace más de medio siglo y esto ha permitido utilizar teorías matemáticas existentes, como la de grafos, la lógica difusa y la teoría de la información. Se han creado nuevos campos matemáticos, como la teoría de la complejidad relacionada con la de la computabilidad. Asimismo, una nueva sensibilidad matemática ha surgido con el uso de las computadoras y los problemas que plantean. Tanto el pensamiento complejo como el computacional están fuertemente impregnados de conceptos y nociones matemáticas que vuelven completamente rico y vasto el pensamiento matemático. El razonamiento computacional está impregnado de una fuerte carga matemática. Lo anterior, vuelve más rico y disfrutable tanto el pensamiento computacional como el matemático.

## PENSAMIENTO ROBÓTICO

Las personas tienen cada vez más nociones básicas de robótica, incluido el uso de sensores, codificación y dispositivos programables. Muchos docentes están utilizando en sus cursos experiencias prácticas de construcción de robots para presentar conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas e inspirar a los usuarios a continuar tomando cursos en estas áreas. Afortunadamente, existe la robótica pedagógica móvil que tiene como principal objetivo iniciar a cualquier persona en el estudio de las ciencias, en general, y de la tecnología, en particular, integrando la mecánica, la electricidad, la electrónica y la informática. Tener pensamiento robótico implica la comprensión de cómo está constituido un robot (parte mecánica), qué es lo que le permite moverse (parte eléctrica), cómo puede ubicarse en el espacio y desplazarse (parte electrónica) y cómo se le pueden dar órdenes y tareas para que las ejecute y resuelva (parte informática). La robótica pedagógica móvil ayuda al usuario a desarrollar las bases para que pueda concebir, desarrollar, echar a andar y programar un robot pedagógico que haga tareas educativas y que le permita al usuario aprender e integrar distintas disciplinas tales como las matemáticas, la geometría, la física, la química, la electricidad, la electrónica, la programación informática y la inteligencia artificial, entre otras áreas del conocimiento. Esto es, el robot pedagógico móvil puede ser controlado y programado en y desde la distancia mediante un teléfono celular, desde cualquier posición remota. La posibilidad de la comprensión cabal de lo analógico y lo digital está presente en el pensamiento robótico. Podemos notar también que dicho pensamiento está fuertemente impregnado de otros tipos de razonamiento como el matemático, el educatrónico, el computacional, el complejo y el informático. En este caso, el pensamiento robótico resulta ser un buen pretexto para inducir al usuario a concebir, desarrollar, echar a andar, programar y controlar su robot pedagógico móvil, creado con materiales de recuperación y de reciclaje vía un teléfono celular de bajo costo.

## PENSAMIENTO TECNOLÓGICO

Las tecnologías de la información y la comunicación ayudan a los alumnos a desarrollar su pensamiento tecnológico, que se manifiesta cuando examinan el mundo creado por el hombre y usan habilidades y conceptos técnicos para resolver un problema o realizar una investigación. Estas actividades les permiten desarrollar su pensamiento tecnológico (educación digital); es decir, a comprender los conceptos base utilizados para crear y usar dispositivos o sustratos tecnológicos e interactuar con ellos de la manera más natural posible. Los usuarios pueden perfeccionar estas habilidades trabajando con componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos, codificando y decodificando información sencilla. Las habilidades tecnológicas se van acrecentando en importancia en la medida en que las tecnologías se conviertan en una parte más de nuestra vida cotidiana. El pensamiento tecnológico está decididamente en interacción con el complejo, computacional, matemático, educatrónico, robótico, tecnológico e informático. Resultaría bastante difícil poder separar estos pensamientos, puesto que muchos de los conceptos que los determinan son utilizados en todos ellos.

## PENSAMIENTO INFORMÁTICO

El pensamiento informático, como lo hemos referido con anterioridad, es fundamental y resulta ser, en este caso, el producto final de la convergencia de los anteriores pensamientos. En efecto, el dominio del pensamiento informático es una habilidad trascendental en este momento de nuestra existencia. Lo anterior, porque la gran mayoría de las actividades que realizamos a diario están fuertemente impregnadas del lenguaje informático. Por ello, para nosotros resulta imprescindible coadyuvar en el aprendizaje de lo que llamamos filosofía de los lenguajes de programación informática. Esto quiere decir que deseamos que cualquier persona que sepa leer y escribir, pueda aprender a programar a partir de su lenguaje natural. Esto implica

aprender a programar en su lenguaje materno, que en este caso es el español. Hemos sintetizado y probado que es factible aprender la filosofía de los lenguajes de programación –las principales estructuras de la programación informática: secuencia, condición y repetición (con el caso especial *while*). Cuando hablamos de aprender a programar y controlar un robot pedagógico móvil, queremos hacer notar que es factible, a partir de sus propias narrativas, decantar su lenguaje materno en instrucciones o comandos que permitirán que el robot realice las instrucciones que les son dadas vía teléfono celular. Esto quiere decir que, aprendiendo a secuenciar, a condicionar y a repetir, además de entender qué es una variable y conocer tan sólo ocho palabras reservadas, los usuarios serán capaces de programar su propio robot pedagógico móvil desde la distancia, en cualquier posición remota.

## COMPONENTES DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Podemos observar en la figura 2, son cinco los componentes del pensamiento computacional: narrar, analizar, sintetizar, construir y programar. Trataremos de esbozar brevemente cómo se pretende que los usuarios las desarrollen para que, en presencia del robot pedagógico móvil, sean capaces de ejecutar tareas sencillas y complejas de programación informática al final de su experiencia.

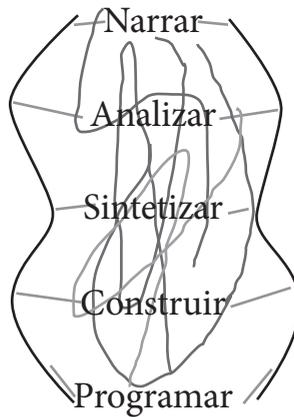
Si quisiéramos operacionalizar los componentes que conforman el pensamiento computacional, lo podríamos visualizar como sigue.

### Narrar

Este componente está compuesto por las fases de representación, simbolización y verbalización. El análisis supone la manipulación sobre el objeto. Es claro que, a través de la manipulación, se desarrollará la capacidad de representación de los movimientos y desplazamientos de elevador-robot, y mediante las fases operacionales que le permitirán el establecimiento de rela-

ciones entre los símbolos y las acciones correspondientes se podrán narrar y secuenciar operaciones que describirán desplazamientos y movimientos cada vez más complejos, para finalmente llegar a escribir pequeños programas en un lenguaje informático.

FIGURA 2  
COMPONENTES QUE CONFORMAN EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL



Fuente: Elaboración propia.

### **Analizar**

Este componente supone la construcción de algo nuevo a partir del análisis de los distintos elementos, simplificando su descripción y descubriendo las cosas ocultas de la situación a la cual están respondiendo. En esta etapa, se tendrá la ocasión de simplificar las descripciones de la actividad que se está realizando a partir de narraciones. Para el desarrollo de la capacidad de análisis se dispondrá de tres actividades: manipulación, representación y formulación.

## **Sintetizar**

Para el desarrollo de este componente, realizarán las actividades de sinopsis, recapitulación y escrituración sucinta de procedimientos. Se trata, fundamentalmente, de desarrollar la capacidad de síntesis mediante la sinopsis, recapitulación y escritura resumida de secuencias de verbos en infinitivo que derivarán en un código que ya está listo para ser traducido en instrucciones informáticas.

## **Construir**

Supone la concreción de algo nuevo, innovador, a partir de distintos elementos, al conjuntar su descripción y construir las cosas necesarias para la solución de la situación que se está desarrollando. En esta etapa, se podrá concebir, concretar, y construir sustratos tecnológicos, dispositivos técnicos o robots pedagógicos. Se trata, fundamentalmente, de que se desarrolle la capacidad de construcción, mediante la concepción, la concreción y la elaboración con materiales de recuperación y reciclaje. Esto quiere decir también que inclusive se pueden utilizar juguetes en desuso o que ya se había decidido desechar. Con esta posibilidad, se enriquece la situación de construcción de robots pedagógicos móviles, puesto que los alumnos podrán combinar sus propios juguetes de recuperación o reciclaje con otros materiales, ya sea suministrados por ellos mismos o proporcionados por el docente, que estarán a disposición durante el curso. Esta etapa de construcción hace un llamado a la capacidad de modelación, construcción y diseño de sustratos tecnológicos, lo suficientemente robustos, para que puedan ser utilizados, armados y animados desde el punto de vista mecánico, eléctrico, electrónico e informático.

## Programar

Finalmente, para el desarrollo de la componente programar, se realizarán las actividades de operación, planificación y programación, de acuerdo con la gramática y sintaxis del lenguaje creado expresamente que se encuentra disponible en versiones iOS y Android, para teléfonos celulares. Esta aplicación se llama Educatrónica, es completamente gratuita y descargable desde la PlayStore y AppStore.

Como se describió en la parte de pensamiento informático, se ha sintetizado la filosofía de los lenguajes de programación en tres estructuras únicamente: secuenciación, condición y repetición. La combinación de estas tres estructuras da lugar a la construcción de programas informáticos complejos. Es importante recordar cuál es la secuenciación que permite, al final de una experiencia de educación digital, tener una solución a un problema común y corriente que decanta, como resultado último, un producto computacional. En primer lugar, tenemos un problema al que debemos dar solución. Enseguida, aplicamos conceptos provenientes de los distintos pensamientos que se entretujieron y que permitieron, a partir de ciertas disposiciones computacionales, producir prácticas que fueron intervenidas por el enfoque del pensamiento computacional para lograr la producción de un producto también computacional.

Mostraremos ejemplos de una secuenciación, una condición y una repetición, mediante la construcción de programas informáticos que resuelven distintos problemas de la vida real. En este caso, trabajamos con un elevador-robot simulado en la pantalla de un teléfono celular. Este elevador-robot atenderá una cierta lógica y sintaxis de programación. Su construcción y desarrollo pretenden ser sencillos y fáciles de usar para permitir que el alumno, independientemente de su edad y de su conocimiento digital, sea capaz de producir un programa informático que controle y programe su elevador simulado en su teléfono celular. En suma, únicamente el usuario tiene que saber que las funciones que realiza su elevador simulado son subir y bajar. También tiene que saber que existen ciertas restricciones con

respecto al número de pasajeros que suben o bajan. Sólo se permiten seis o menos pasajeros. Por otra parte, el elevador consta únicamente de siete pisos, esto quiere decir que no existe el piso 8 ni la planta baja. Únicamente están disponibles los pisos del uno al siete. El elevador funciona con respecto al tiempo de uso; esto es, la hora representa una variable a considerar en la programación, así como el número de pasajeros y el piso en donde se encuentre posicionado el elevador. Conociendo esto, el usuario podrá descargar la aplicación Educatrónica en su teléfono celular y comenzar a escribir sus primeros programas informáticos. Huelga decir que la programación informática que trabajará el estudiante surge a partir de su propio lenguaje natural (materno), en este caso el español.

En suma, se maneja el pensamiento abstracto al solicitar al usuario que extraiga la información necesaria y pertinente. Éste deberá de identificar todas las etapas necesarias para lograr los desplazamientos que solicita. Tendrá también que dividir las tareas a realizar en tanto que elevadorista. Asimismo, creará un programa informático que determinará *a priori* las etapas de desplazamiento del elevador. El alumno, ensaya, simplifica, lanza hipótesis, prueba y generaliza. De la misma manera, aprende a abastecerse de la información necesaria para resolver el problema de manera precisa. Define sus métodos de extracción y recuperación de la información, los organiza y define una nueva prueba de ensayo. Observa las regularidades de los datos para identificar las repeticiones y las tendencias de su información. Descarta los datos irregulares y conserva los regulares. En síntesis, observa, analiza, interpreta, compara y lanza sus conclusiones.

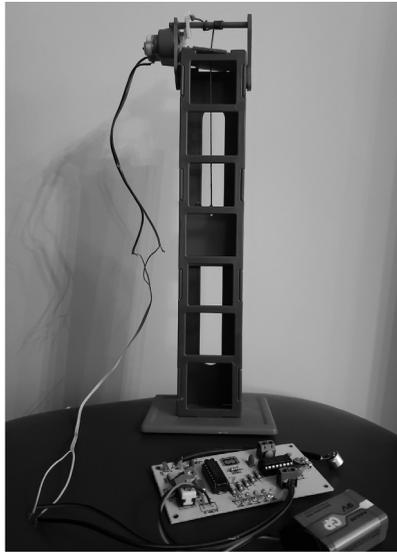
Por otra parte, cuando el programa no funciona como el alumno lo ha pensado, entonces tendrá que hacer uso del razonamiento lógico y deberá de depurar el programa, resolviendo los errores o incongruencias de sus procedimientos informáticos. Estos tienen que ser la mayor parte de las veces con el uso ligero de la sintaxis y semántica del lenguaje de programación en uso. También es importante tener en mente la importancia de la buena ortografía a la hora de escribir los programas informáticos. En este proceso, el usuario observa, simplifica, prueba, analiza e interpreta. Dividir, separar un problema en partes o en pequeños problemas permite una mayor com-

preensión del programa informático. Dividir las tareas, identificar las etapas necesarias para la solución, descomponer, dividir, clasificar y ordenar son habilidades que se requiere poner en práctica en esta parte del pensamiento computacional. Asimismo, el razonamiento algorítmico se vuelve una habilidad necesaria durante la creación de un algoritmo. Éste es el conjunto de instrucciones o de reglas ordenadas, procesos lógicos, sin ambigüedades ni redundancias para la solución de un problema o para alcanzar un objetivo determinado. Una vez identificadas las etapas necesarias, éstas pueden ser transmitidas como instrucciones verbales o escritas o como códigos a otras personas, o a dispositivos tecnológicos. Este razonamiento algorítmico es crucial en esta etapa del pensamiento computacional puesto que se planifica, organiza, ordena y clasifica. El razonamiento lógico solicita pensar de manera lógica cuando se lanza una premisa para obtener un resultado coherente. Dicho razonamiento se utiliza para el pensamiento algorítmico y para la abstracción. Supone el razonamiento deductivo e inductivo. Para lograr el razonamiento lógico se necesita clasificar, analizar y generalizar.

La utilización del pensamiento crítico es consustancial a la evaluación. En la programación informática se evalúa de manera recurrente. Se requiere observar, analizar y comparar. Se utilizan distintos tipos de entradas y salidas, como nombres, números, caracteres, operadores, expresiones condicionales, eventos, definiciones, funciones, operadores, repeticiones, secuencias, variables, bucles, etcétera. También es muy importante mencionar que el pensamiento computacional puede ser practicado y experimentado sin computadora; esto es, sin tener conexión a algún aparato digital. Por ejemplo, podemos practicar el pensamiento computacional cuando programamos en papel, cuando jugamos al robot, diciéndole a una persona qué es lo que tiene que hacer o a dónde ir, cuando completamos en un pizarrón una tabla de verdad, etcétera. El pensamiento computacional también tiene que ver con la fabricación de robots con materiales de reciclaje o de recuperación, de Lego, Fischertechnik, etcétera. Finalmente, remezclar y reutilizar códigos de otros autores para crear un nuevo código forma parte del pensamiento computacional.

La herramienta de que dispondrán los usuarios será el robot físico, el elevador-robot, y se les convocará a resolver un conjunto de situaciones didácticas concebidas previamente. Véase la imagen 1. Se trata, básicamente, de que el usuario efectúe el análisis, etapa por etapa, de la tarea que quiere ejecutar como elevadorista y, después, ejecutar esta misma tarea por medio del teléfono celular, habiendo desarrollado y escrito previamente un programa informático y ejercitándose en las principales estructuras de la programación informática.

IMAGEN 1  
EL ELEVADOR-ROBOT



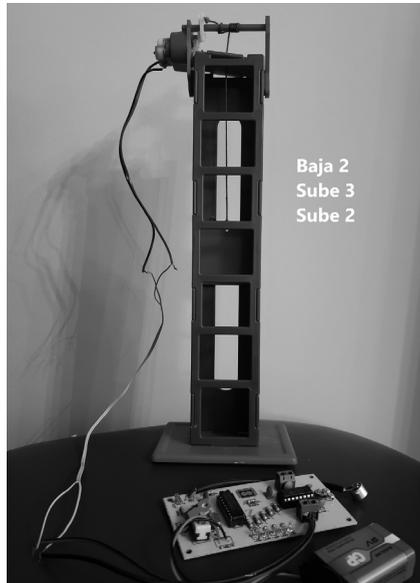
El usuario deberá considerar la tarea de manera global y dividirla en sub-tareas, para después secuenciarla de manera coherente, aún sin conocer previamente algún lenguaje de programación informática.

En la imagen 2, por ejemplo, el usuario, en su papel de elevadorista, tendrá destinos y llamadas; esto es, tendrá que decidir el algoritmo de solución del planteamiento del problema. En este caso, el elevador se encuentra actualmente en el piso 4, recibe una llamada del piso 2 para ir al piso 5 y otra del

piso 5 para ir al piso 7. Entonces el algoritmo que soluciona el problema del elevadorista es el que se muestra del lado derecho del elevador en la imagen 1.

Así, después de que el usuario haya jugado y experimentado con el robot-elevador y posea una buena representación de las tareas que puede realizar, entonces deberá ser capaz de predecir la secuencia de operaciones necesarias para resolver el problema ante el cual ha sido confrontado.

IMAGEN 2  
LLAMADAS Y DESTINOS DEL ELEVADORISTA



El sistema computacional descrito anteriormente debería, progresivamente, permitir al alumno el aprendizaje de las estructuras base de la programación informática.

Podemos sintetizar en tres etapas el proceso del pensamiento computacional: una *etapa concreta*, en donde el alumno podría eventualmente manipular, tocar y jugar con el robot; una *etapa de imaginación mental*, en donde el usuario, haciendo abstracción del robot, podrá imaginar una serie de pasos necesarios para la consecución de una tarea específica a realizar por

el robot (solución de un problema), y finalmente, una *etapa simbólica*, en la que el estudiante demostrará su capacidad para escribir pequeños programas informáticos en forma codificada (simbólica).

### EJEMPLOS REPRESENTATIVOS DE PROGRAMACIÓN INFORMÁTICA: EL ELEVADOR-ROBOT

Para poder experimentar el pensamiento computacional en general y, más particularmente, el informático, procederemos a descargar la aplicación Educatrónica en el teléfono celular con sistema operativo iOS o Android. También se puede descargar la aplicación en cualquier otro dispositivo.

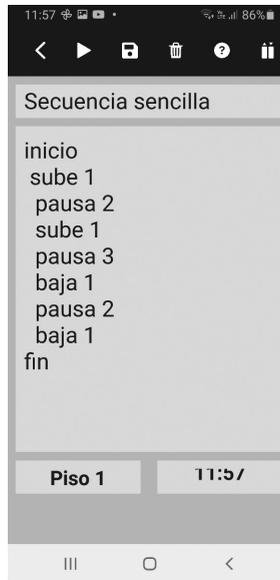
IMAGEN 3  
APLICACIÓN EDUCATRÓNICA EN UN TELÉFONO  
CON SISTEMA OPERATIVO ANDROID



Una vez descargada la aplicación, que es gratuita, se pulsa sobre el ícono de Educatrónica e inmediatamente aparecerá una pantalla en donde podremos comenzar a escribir nuestro programa informático. En este caso, nombramos a nuestro programa “Secuencia sencilla”, porque vamos a practicar una secuencia simple. Como podemos observar en la pantalla (imagen

4), en la parte superior aparece el título “Secuencia sencilla”. En la siguiente área, podemos comenzar a escribir nuestro programa en función de la sintaxis del propio lenguaje. En este caso, pulsando sobre el ícono , podremos observar la semántica y sintaxis del programa para experimentar con el elevador-robot. Es importante notar que realmente es muy sucinto el conjunto de instrucciones y comandos que tenemos que aprender, para poder programar el elevador-robot simulado.

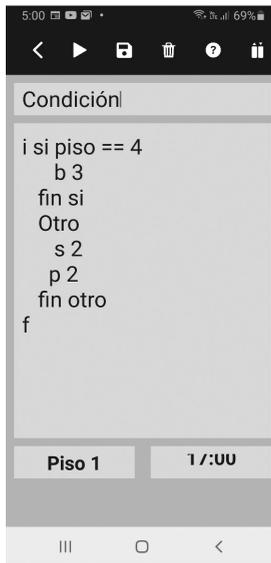
IMAGEN 4  
PROGRAMA INFORMÁTICO CON SECUENCIA SENCILLA DE PASOS.



En este caso podemos observar que el programa arranca con inicio y termina con fin. Por otra parte, hay una secuencia de instrucciones que indican al elevador-robot que tendrá que subir un piso, hacer una pausa de dos segundos, volver a subir un piso, hacer nuevamente una pausa de tres segundos, después bajará un piso, hará una pausa de dos segundos y de nuevo bajará un piso. Esto lo hará el simulador del elevador-robot, independientemente de donde se encuentre posicionado el elevador. Para ejecutar el programa, pulsamos sobre

el ícono  e inmediatamente estaremos en la posibilidad de observar los desplazamientos del elevador-robot y comprobar si efectivamente desarrollamos bien nuestro algoritmo para resolver el problema planteado.

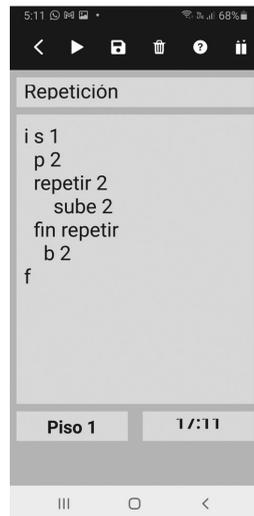
IMAGEN 5  
PROGRAMA INFORMÁTICO CON CONDICIÓN



En la imagen 5 se muestra un programa informático relacionado con la estructura condicional. Si hacemos una lectura del algoritmo, podemos notar que inicia e inmediatamente pregunta si el elevador-robot está en el piso 4, pues entonces deberá bajar tres pisos y terminará su rutina. En otro caso, es decir, si el elevador no se encuentra en el piso 4, entonces subirá dos pisos, hará una pausa de dos segundos y terminará su rutina. Como podemos observar, si la condición se cumple, el programa ejecutará la primera parte del algoritmo, si no se cumple, entonces, ejecutará la segunda parte del algoritmo. Esto lo podrá comprobar el usuario pulsando el ícono ; notará en qué piso se encuentra el elevador-robot y entonces podrá observar la ejecución del algoritmo informático.

La imagen 6 muestra un programa informático que reproduce una repetición. En efecto, el programa inicia e inmediatamente sube un piso, después, hace una pausa de dos segundos y va a repetir dos veces subir un piso. Cuando acabe esta parte de la rutina, bajará dos pisos y luego terminará. Lo interesante a considerar, en este caso, es ver la posición actual del elevador-robot. Esto puede hacerse pulsando sobre el ícono ; una vez que el programa nos presenta el elevador-robot simulado, podremos posicionar al elevador en el piso que deseemos. Esto se hace pulsando sobre el ícono que dice piso y seleccionando el número de piso en donde queremos que se posicione el elevador-robot. Hay que considerar el piso en el que está posicionado el elevador-robot para que las rutinas que desarrollemos puedan ejecutarse sin problemas.

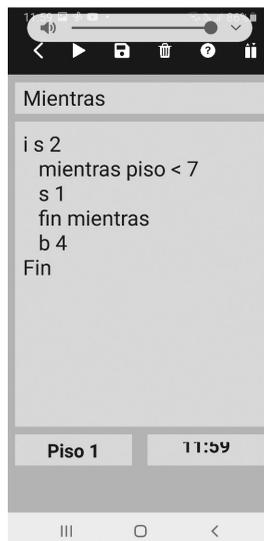
IMAGEN 6  
PROGRAMA INFORMÁTICO CON REPETICIÓN



Finalmente, la imagen 7 nos muestra un programa que ejecuta una rutina que tiene que ver con el caso específico de la repetición, en este caso el “mientras”. Esto quiere decir que el algoritmo se ejecutará todo el tiempo, hasta que se le dé la condición de fin de repetición. El programa de la imagen 7 inicia e inmediatamente sube dos pisos, mientras el elevador-robot no esté en el piso

7, entonces subirá cada vez un piso, así sucesivamente, hasta que llegue al piso 6. Después, bajará cuatro pisos y terminará la rutina. Para probar el programa, se puede pulsar el ícono , posicionar al elevador, por ejemplo, en el piso 1, y ejecutar la rutina con el ícono . Podremos observar que el elevador-robot subirá siempre de piso en piso, hasta el piso 6, terminará esa parte de la rutina del programa y, enseguida, bajará cuatro pisos y terminará.

IMAGEN 7  
PROGRAMA INFORMÁTICO CON REPETICIÓN (MIENTRAS)



Las imágenes 8, 9 y 10 muestran distintos desplazamientos (rutinas) del elevador-robot.

IMAGEN 8  
RUTINA  
DEL ELEVADOR-ROBOT

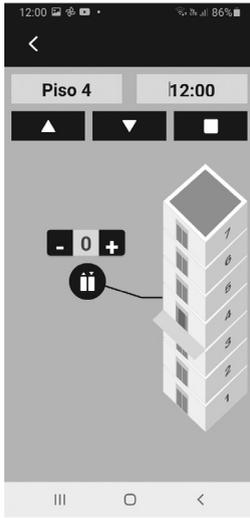


IMAGEN 9  
RUTINA  
DEL ELEVADOR-ROBOT

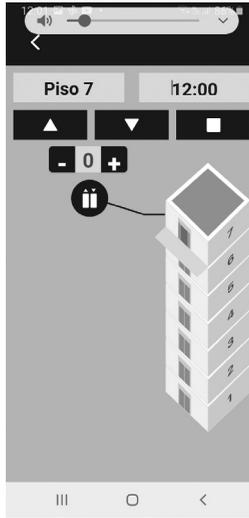
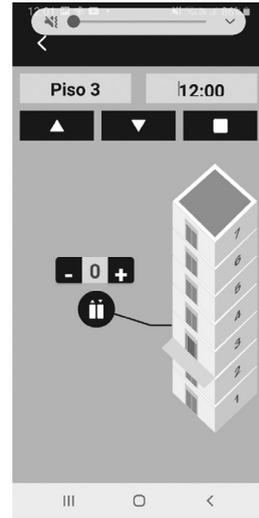


IMAGEN 10  
RUTINA  
DEL ELEVADOR-ROBOT



## CONCLUSIONES

El pensamiento computacional es importante porque ayuda a resolver problemas privilegiando la reflexión y el pensamiento crítico. Desarrollar el pensamiento computacional significa asumir desafíos y retos, desarrollando la resiliencia y la tolerancia a la frustración. El pensamiento computacional favorece el desarrollo de la creatividad pues integra distintos tipos de pensamiento, como el complejo, matemático, educatrónico, tecnológico, robótico y el informático. El desarrollo del pensamiento computacional ayuda a aprender siempre con alegría.

## REFERENCIAS

Downes, Stephen (2021), "Connectivism", <<https://www.downes.ca/articles.htm>>, consultado el 22 de enero, 2022 (entrada de blog).

- Morin, Edgar (1994), *Introducción al pensamiento complejo*, Barcelona, Gedisa.
- Papert, Seymour (1980), *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*, Nueva York, Basic Books.
- Seehorn, Deborah, Stephen Carey, Brian Fuschetto, Irene Lee, Daniel Moix, Dianne O’Grady-Cunniff, Chris Stephenson y Anita Verno (2011), *CSTA K-12 Computer science standards*, Nueva York, CSTA, <[http://www.my-ecoach.com/online/resources/1070/CSTA\\_K-12\\_CSS.pdf](http://www.my-ecoach.com/online/resources/1070/CSTA_K-12_CSS.pdf)>, consultado el 11 marzo, 2022.
- Selby, Cynthia y John Woollard (2014), “Refining an understanding of computational thinking”, <<http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/372410>>, consultado el 11 noviembre, 2021.
- Settle, Amber y Ljubomir Perkovic (2010), “Computational thinking across the curriculum: a conceptual framework”, *Technical Reports*, núm. 13, pp. 1-49, <<http://via.library.depaul.edu/tr/13>>, consultado el 14 de febrero, 2022.
- Wing, Jeannette (2006), “Computational thinking”, *Communications of the ACM*, vol. 49, núm. 3, pp. 33-35.

**Tomo 10**  
**La década COVID en México**  
**Educación, conocimiento e innovación**



Con la llegada de la COVID-19, se implementaron diversas estrategias para dar continuidad a los procesos educativos. Sin embargo, estos esfuerzos para atender las necesidades formativas de la población no pudieron contener por completo los efectos negativos de la pandemia sobre la educación, por lo que los nuevos retos se sumaron a problemáticas que aquejan al campo educativo desde décadas atrás.

Ante este escenario, el libro reúne a diez especialistas que analizan desde diversas perspectivas el hecho educativo mexicano durante la coyuntura que tuvo lugar entre 2020 y 2022. Las reflexiones que aquí se presentan, además de abordar diversos elementos y dimensiones de lo educativo, estudian al sistema mexicano en sus distintos niveles, desde el básico hasta el superior. Con ello, se busca enriquecer la discusión sobre cómo se afrontó la pandemia por COVID-19 en el campo educativo, de qué forma los principales actores educativos experimentaron sus consecuencias y sortearon sus desafíos, cómo se desarrolló la docencia en este contexto adverso, qué retos impuso la crisis sanitaria y qué escenarios y propuestas es posible visualizar.



**SECRETARÍA GENERAL**  
Universidad Nacional Autónoma de México



**DGCS**  
Dirección General de Comunicación Social



**COORDINACIÓN  
DE HUMANIDADES**