

## Pensamiento computacional como potenciador en el proceso de diseño

Actas de Diseño (2023, abril),  
Vol. 43, pp. 149-153. ISSN 1850-2032.  
Fecha de recepción: julio 2019  
Fecha de aceptación: diciembre 2020  
Versión final: abril 2023

Elí Josué Tello Bragado (\*)

**Resumen:** Los actuales esquemas colaborativos demandan una constante depuración de los flujos de trabajo ocasionados por la incesable evolución de los entornos digitales. De igual forma, el continuo debate por establecer qué tipo de conocimientos se incorporan al currículo de las carreras de diseño son factores a tomar en cuenta para el mejoramiento de las habilidades y capacidades de los futuros profesionales del diseño. Son algunas de estas razones por las que se propone el uso del pensamiento computacional como instrumento que potencialice los procesos creativos por medio del uso de algoritmos y entornos de programación visual.

**Palabras clave:** Proceso creativo – pensamiento algorítmico – instrumento – producto – digital – programación – visual.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 153]

### Introducción

A través del tiempo la disciplina del diseño ha incorporado, adaptado y apropiado el uso de herramientas y estrategias provenientes de otros campos del conocimiento, las cuales han tenido un impacto significativo en la manera en que se conceptualiza, configura, materializa y comunica el diseño, sea este por medio de artefactos físicos, servicios o experiencias. Un ejemplo muy claro es el uso de los sistemas informáticos, mismos que tuvieron su origen en el área de las ciencias computacionales, pero que su crecimiento e implementación ha llegado a permear a casi todos los servicios y sistemas que rigen la cotidianidad del ser humano.

La constante discusión alrededor de qué tipo de conocimientos y temáticas incorporar en las carreras que tienen alto contenido en estrategias y metodologías creativas -como lo son la arquitectura, el diseño gráfico, el diseño industrial, por mencionar algunos-, crea un escenario de constante conflicto. Por un lado, se observa a los partidarios académicos que optan por mantener la fórmula que ha funcionado durante años, incorporando de manera gradual y casi imperceptible nuevos tópicos de actualización a la carrera en cuestión y, por el otro, se encuentra la constante presión que el mercado laboral aplica para que los estudiantes de las nuevas generaciones salgan con todos los conocimientos y herramientas que buscan en el perfil “ideal” del próximo colaborador que busque integrarse a sus filas.

Si bien en ambos casos existe un deseo legítimo por parte de los actores involucrados, no basta con el ir añadiendo tópicos actuales por medio de ejercicios conducidos, sino que se requiere una intervención más sustancial en la que se trabaje desde las bases teóricas que rigen el diseño y que, por consiguiente, propicie un cambio de pensamiento en el cual se vea reflejado desde la forma en que se aborden los problemas de diseño, hasta el punto de su posible materialización o comunicación.

El presente trabajo está enfocado en presentar al pensamiento computacional como la estrategia que permitirá a los profesionales del diseño adoptar un enfoque holístico (sin dejar de lado los conocimientos propios de la disciplina) que permita el abordaje de problemas de diseño por medio del uso de la lógica computacional, del pensamiento algorítmico y de los lenguajes de programación visual. Se presentan estos instrumentos provenientes de las ciencias computacionales como una posible respuesta al enfrentamiento de un mundo donde los fenómenos e interacciones entre los participantes del sistema denominado “sociedad” son cada vez más complejos, interconectados y autopoieticos.

### El escenario actual.

En el último par de décadas los avances tecnológicos logrados en áreas como las ciencias computacionales, así como las mejoras e innovaciones en los procesos de producción y su indisoluble relación con el desarrollo de nuevos materiales, han permitido en conjunto crear una nueva gama de posibilidades de producción de objetos. Del mismo modo, la globalidad en la que se desenvuelven las actuales prácticas profesionales promueve un flujo incesante de información. Aquí se manifiesta la inquietud por cuestionar lo establecido, lo canónico dentro de la disciplina del diseño, haciendo alusión a Bauman (2013), en el sentido de que hoy la modernidad se encuentra caracterizada como tiempos líquidos, puesto que la modernidad como la conocíamos - sólida, estable, repetitiva - ha transitado a un estado - líquido, flexible y voluble -, en donde las estructuras sociales ya no perduran el tiempo necesario para solidificarse y no sirven como marcos de referencia para la acción humana. Por otro lado, los esquemas colaborativos son más comunes hoy día, permitiendo la creación de una plataforma

de trabajo en la cual la incorporación de conocimientos de un sinfín de disciplinas convergen en la concreción de proyectos con fines tan diversos como los de las áreas que intervienen en su desarrollo.

El trabajo de “traducción” que se ha desarrollado al interior del presente ecosistema permite que la transferencia de información se dé entre entidades de diversa naturaleza, a través del mutuo compartimiento de un lenguaje interpretador, el que permite poner al mismo nivel de entendimiento la información para su manejo eficiente en un flujo de trabajo digital. Es así como se pretende que los diseñadores, más allá de un trabajo multidisciplinario, se den la oportunidad de generar un aprendizaje interdisciplinario más profundo de los conocimientos de las ciencias de la computación y su posible incorporación y aplicación a la disciplina del diseño.

### De las ciencias computacionales al diseño

Las múltiples maneras de identificar y relacionar los elementos de conformación de un fenómeno se encuentran supeditadas principalmente al abanico teórico-metodológico que tenga el diseñador (teorías, métodos, experiencia y herramientas) para abordar los problemas. En palabras de Vallé: “la complejidad de un mismo objeto es relativa al sujeto con el cual él está en interacción, y a las capacidades de conocimiento y de acción de ese sujeto; en consecuencia, la complejidad aparece como relación” (Vallé, 1990).

Históricamente podemos darnos cuenta del patrón que ha dejado ver la tecnología y su participación dentro de una sociedad dada, pues es el dominio que se tenga de esta el reflejo de su actuar y devenir en la historia. Entenderemos por tecnología y su diferenciación de técnica, en su enfoque cognitivo, como el producto de la aplicación de la ciencia. La técnica solo comprende experticias que se logran por la actividad empírica, sin ayuda del conocimiento científico (Quintanilla, 2005). Las diversas investigaciones realizadas alrededor del campo del diseño y la arquitectura asistida por computadora han puesto de manifiesto un sentir común entre los implicados en el desarrollo de dicha área, el cual hace referencia a que solo se ha empleado la computadora como una mesa de dibujo digital, refiriéndose particularmente a los programas CAD. Estos programas (*software*) han permitido a los diseñadores representar sus ideas, al igual que mejorar la eficiencia en la producción de dibujos, debido a su naturaleza repetitiva en el uso de comandos, confinándolos así a ser una mera herramienta en el proceso de diseño, anulando la posibilidad de contribuir al desarrollo de un pensamiento creativo que involucra una mayor comprensión de los conocimientos, estrategias y metodologías propuestas desde campos como la ciencia computacional, la lógica y las matemáticas.

El diseño computacional, así como la fabricación digital, han tenido una enorme influencia en la forma en que se piensa, se diseña y se produce diseño (Gutiérrez de Rueda Gracia, Pérez de Lama Halcón, Olmo Bordallo, & Sánchez-Laulhé Sánchez de Cos, 2012), observando el surgimiento de nuevas metodologías de diseño, las cuales

emplean a la computadora no solo como el instrumento tradicional para la representación virtual de proyectos de diseño, sino llevándolo a otro nivel, en donde la experimentación formal-estructural se da a partir de la aplicación de lógicas computacionales.

### Pensamiento computacional.

Wing presenta el término *Computational Thinking*, el cual, en palabras del autor, se basa en la potencia y límites de los procesos computacionales, los cuales pueden ser ejecutados por el hombre, no siendo exclusivos de las computadoras; de tal forma que se muestra como una actitud y habilidad de aplicación universal y no solo un conocimiento propio de los científicos computacionales (Wing, 2006). Métodos y modelos computacionales nos dan el ánimo para resolver problemas y diseñar sistemas que ninguno de nosotros sería capaz de hacer frente por sí solo. El pensamiento computacional fundamentalmente se ocupa de la cuestión: ¿Qué es computable?

Este pensamiento implica la resolución de problemas, diseño de sistemas, y la comprensión de la conducta humana, haciendo uso de los conceptos fundamentales de las ciencias de la computación. El pensamiento computacional incluye una serie de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de las ciencias de la computación.

Alfred Aho lo define como el proceso de pensamiento implicado en la formulación de problemas, de forma que sus soluciones puedan ser representadas como secuencias de instrucciones y algoritmos (lenguaje computacional), de los cuales las ciencias computacionales tienen gran conocimiento, y aplicación de estas técnicas para la resolución de problemas comunes concebidos desde la computación (Aho, 2012).

Así mismo, Aho se da cuenta que el desarrollo de modelos informáticos que se crean, no siempre son los apropiados para idear soluciones en los nuevos dominios disciplinares, de tal manera que el pensamiento computacional se convierte en una actividad de investigación que incluye inventar nuevos y apropiados modelos de cálculo para los diversos tipos de disciplinas.

La Royal Society menciona que es a partir de la ciencia computacional que se ha avanzado e introducido nuevas formas importantes de ver y entender el mundo en que vivimos. El pensamiento computacional ofrece maneras profundas de ver cómo funciona la información en diversos sistemas naturales y artificiales; definiéndolo como el proceso de reconocimiento de los aspectos de la computación en el mundo que nos rodea, así como la aplicación de herramientas y técnicas propias de la ciencia de la computación para comprender y razonar sobre los sistemas y procesos naturales y artificiales (Society, 2012). La Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (por sus siglas en inglés, ISTE - International Society for Technology in Education) y la Asociación de Docentes en Ciencias de la Computación (CSTA - Computer Science Teachers Association) establecen una definición operativa del Pensamiento Computacional, la cual se define como un proceso de solución de problemas que incluye (pero no se limita a) las siguientes características:

1. Formular problemas de manera que permitan usar computadores y otras herramientas para solucionarlos,
2. Organizar datos de manera lógica y analizarlos,
3. Representar datos mediante abstracciones, como modelos y simulaciones,
4. Automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados),
5. Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objeto de encontrar la combinación de pasos y recursos más eficiente y efectiva,
6. Generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a una gran diversidad de estos (Computer Science Teachers Association (CSTA) and the International Society for Technology in Education (ISTE), 2011).

### **Aplicabilidad del pensamiento computacional al proceso de diseño.**

Maturana establece que solo podemos hacer lo que nuestra biología nos permite; no podemos traspasar los límites de nuestras capacidades biológicas. Sin la estructura particular del sistema nervioso humano, y sin los desarrollados sentidos con los que están equipados los seres humanos, no tendríamos la capacidad de oír y hablar en la forma en que lo hacemos. La importancia de hacer uso del pensamiento computacional en la resolución de problemas con origen artificial o natural es en gran medida la capacidad que tiene la computadora para almacenar, procesar, representar y manejar una gran cantidad de datos, los cuales al ser humano, por sus limitaciones biológicas, le serían imposibles de asimilar y procesar.

Es en este punto que, a través de abstracciones matemáticas, el hombre tiene la posibilidad de crear escenarios hipotéticos a partir de modelos que, con el ingreso coherente de datos, pueden generar un sin número de alternativas de solución, las cuales son acotadas a partir de parámetros propuestos por el criterio humano. El pensamiento computacional permite a las personas comprender de una manera más profunda el poder de la computación, generando así un pensador disciplinado y creativo con un amplio abanico de técnicas y herramientas disponibles a la hora de abordar y dar solución a los problemas suscitados.

En el ámbito científico, Bundy (2007) establece que el pensamiento computacional está influyendo en casi todas las disciplinas, tanto en las ciencias como en las humanidades, de manera que la informática ha permitido a los investigadores plantear nuevas clases de preguntas y aceptar nuevos tipos de respuestas; por ejemplo, preguntas que requieren el procesamiento de grandes cantidades de datos.

### **El algoritmo como instrumento procedimental.**

Tedeschi hace referencia al concepto de algoritmo establecido en el siglo nueve por el matemático persa Mohammed Al-Khwarizmi, el cual dice que es un procedimiento que se utiliza para devolver una solución a

una pregunta -o para realizar una tarea en particular- a través de una lista finita de instrucciones básicas y bien definidas. Los algoritmos siguen la capacidad humana para dividir un problema en una serie de pasos sencillos que se pueden calcular fácilmente y, a pesar de que están fuertemente asociados con la computadora, los algoritmos podrían definirse independientemente de los lenguajes de programación; por ejemplo, una receta de cocina puede considerarse algo similar a un algoritmo (Tedeschi, 2014).

Las principales propiedades de los algoritmos son:

A) Un algoritmo es un conjunto inequívoco de instrucciones correctamente definidas (preciso). Los algoritmos dependen de instrucciones introducidas, por lo tanto, el resultado será incorrecto si el algoritmo no está definido correctamente.

B) Un algoritmo espera un conjunto definido de datos de entrada (definido). Los datos pueden ser diferentes en tipo y cantidad. Cada entrada tiene una condición previa, un requisito que debe ser cumplido.

C) Un algoritmo genera una salida/solución bien definida (finito).

D) Un algoritmo puede producir mensajes de error y advertencias en el editor específico. La entrada es específica. Si no se cumplen las condiciones previas, los números se introducen en lugar de texto y el algoritmo devolverá un error.

Joyanes (2006) presenta tres etapas generales en las que se puede abordar un problema a partir de la óptica de un algoritmo. Estas son:

- 1) Análisis del problema
- 2) Diseño del algoritmo
- 3) Ejecución y validación

De esta forma se recalca que en la ciencia de la computación y en la programación, los algoritmos son más importantes que los lenguajes de programación o las computadoras. El lenguaje de programación es tan solo un medio para expresar un algoritmo y la computadora solo un procesador para ejecutarlo (Joyanes Aguilar & Zahonero Martinez, 2006).

### **Propuesta de implementación.**

En palabras de Ivorra Castillo (2012):

Si por un momento restringimos el término (geometría) para referirnos a lo que los antiguos griegos entendían como tal, podemos decir que su objeto de estudio está íntimamente arraigado a nuestra forma de concebir la realidad. Toda la información que recibimos del mundo que nos rodea, todo lo que vemos, oímos y tocamos, lo procesamos en primera instancia en términos geométricos.

Anteriormente el proceso de diseño se generaba en su totalidad por medios análogos, como el bocetaje a

mano alzada, modelos y maquetas a través de técnicas tradicionales de materialización, esquemas y diagramas hechos a mano, así como representaciones generadas por técnicas artísticas. En la actualidad se ha vuelto casi inconcebible que en el proceso de diseño no exista una cierta implicación de la tecnología digital.

Un aspecto importante a considerar dentro de este nuevo esquema productivo es la posibilidad de combinar técnicas y procesos analógicos con los digitales para la producción de artefactos, permitiendo crear objetos a diversas escalas productivas y dimensionales, así como especificaciones particulares de un diseño, al igual que el control holístico del mismo. Es de esta manera que el diseño computacional, así como la fabricación digital, han tenido una enorme influencia en la forma en que se piensa, se diseña y se produce diseño (Gutiérrez de Rueda Gracia, Pérez de Lama Halcón, Olmo Bordallo, & Sánchez-Laulhé Sánchez de Cos, 2012).

El amplio abanico de posibilidades que provee hoy en día el uso de herramientas digitales permite disponer de ellas para su uso e incorporación dentro de las diversas fases del diseño, como lo pueden ser la de carácter exploratorio, que permiten al diseñador investigar conceptos emergentes a través de nuevos métodos computacionales y generativos para crear formas; las descriptivas, que en su caso serían la visualización digital y fabricación de maquetas tridimensionales, permiten entender un diseño y su desarrollo; las predictivas y evaluativas, que permiten evaluar las implicaciones y funcionalidad de las ideas de diseño (Dunn, 2012).

De acuerdo con Mitchell (citado en Celani & Vaz, 2014) hay tres métodos de representación y modelado arquitectónico: icónico, analógico y simbólico. Dentro de esta clasificación los modelos icónicos son los más literales puesto que los usos típicos de los mismos son planos, elevaciones y modelos físicos. Es a través de modelos icónicos que es posible prever cómo el edificio se verá cuando esté listo (Celani & Vaz, 2014). Como ejemplo de un modelo análogo, se encuentra la representación de la "Sagrada Familia" producida por Gaudí a partir de cables y bolsas de arena. Los cables simbolizan la tensión de los vectores que representan, por lo tanto, las fuerzas análogas de la estructura a construir. Las palabras, los números, las operaciones matemáticas, etc., representan los modelos simbólicos. En el diseño, los modelos simbólicos son muchas veces usados para la simulación y evaluación de estructuras, de la acústica, iluminación y desempeño térmico. Los símbolos son comúnmente presentados como fórmulas matemáticas, tablas, matrices y algoritmos. Los tres métodos de representación establecidos por Mitchell presentan diferentes niveles de abstracción: los icónicos tienen mejor aproximación a la realidad, mientras que los simbólicos son mucho más abstractos. Los modelos analógicos se encuentran en medio de estos dos.

Es con base en la comparativa de las Herramientas Digitales establecidas por Dunn y los Métodos de Representación propuestos por Mitchell que se construye una relación entre ambos grupos de conceptos. Se observa la equivalencia entre los medios icónicos utilizados en los entornos de modelado geométrico que los categorizamos

con un nivel de abstracción bajo, puesto que son los más cercanos y literales con respecto a la realidad. Por ejemplo, no nos importa la ecuación, fórmula matemática o algoritmo que utiliza el ícono que produce la inserción de un cuadrado al ambiente de modelado geométrico; solo nos importa el resultado -el cuadrado-.

Por el contrario, es en el campo de los lenguajes de programación visual donde la mayoría de los recursos empleados están expresados por medio de algoritmos, fórmulas y ecuaciones (símbolos), las cuales, por su naturaleza, se encuentran inmersos en un nivel de abstracción alto, pero que si se obtiene el dominio sobre los mismos, se puede llegar a desarrollar herramientas e instrumentos que representarían los comportamientos e implicaciones de sistemas complejos a partir de modelos y simulaciones basadas en las características y propiedades de sus actores, en una realidad concreta pero con posibilidad de emularlos en escenarios hipotéticos.

De alguna manera, el panorama evolutivo y cambiante en el uso de las herramientas digitales aplicadas a la disciplina del diseño llega a percibirse incierto; en cambio, si se incorporan los principios conceptuales en los cuales se encuentran fundamentados los desarrollos de dichas herramientas y se promueve su incorporación dentro de los procesos de diseño, se proveerá al profesional de habilidades y conocimientos universales que le permitan no solo abordar retos de diseño relacionados a la concepción de la forma, sino que también se tendrá la capacidad de análisis y síntesis de los problemas a partir de la abstracción de los datos obtenidos del contexto para su traducción e implementación en la resolución de los proyectos en cuestión.

La propuesta concreta es ampliar el abanico de herramientas digitales haciendo uso no solo de las herramientas descriptivas, sino incorporando también las exploratorias y las predictivas-evaluativas, a partir de la hibridación y transición entre los entornos de modelado geométrico y los de programación visual de modelado paramétrico, obteniendo de esta manera la posibilidad de transitar entre los niveles de abstracción medio-alto, donde los métodos de representación icónicos, analógicos y simbólicos se abordarían a partir de los diversos campos de aplicación del lenguaje matemático y pensamiento computacional.

#### Referencias bibliográficas

- Aho, A. V. (2012). *Computation and Computational Thinking*. The Computer Journal, 55(7), pp. 832-835.
- Bauman, Z. (2013). *Tiempos líquidos (3a ed.)*. México: Tusquets.
- Bundy, A. (2007). *Computational Thinking is Pervasive*. Journal of Scientific and Practical Computing, 1(2), pp. 67-69.
- Celani, M. G., & Vaz, E. (2014). *CAD scripting and visual parametric modeling environments: a comparison from a pedagogical point of view*. CADERNOS PROARQ18, pp. 178-194.
- Computer Science Teachers Association (CSTA) and the International Society for Technology in Education (ISTE). (2011). *Pensamiento computacional. Caja de herramientas para líderes (Primera edición ed.)*. National Science Foundation.

- Dunn, N. (2012). *Proyecto y Construcción Digital en Arquitectura* (1a ed.). Barcelona: Blume.
- Gutiérrez de Rueda Gracia, M., Pérez de Lama Halcón, J., Olmo Bordallo, J. J., & Sánchez-Laulhé Sánchez de Cos, J. M. (2012). *Incorporación del diseño y fabricación digital a la arquitectura: docencia y práctica profesional*. Valencia: 4IAU 4ª Jornadas Internacionales sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo.
- Ivorra Castillo, C. (2012, 03 24). *Geometría*. Recuperado de: <http://www.uv.es/ivorra/Libros/Libros.htm>
- Joyanes Aguilar, L., & Zahonero Martinez, I. (2006). *Programación en C. Metodología, algoritmos y estructura de datos* (Segunda edición ed.). Salamanca: Mc Graw Hill.
- Quintanilla, M. A. (2005). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología (1a ed.)*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Society, T. R. (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. The Royal Academy of Engineering, pp. 10-29.
- Tedeschi, A. (2014). *Algorithms Aided Design* (Primera edición ed.). Brienza (Potenza): Le Penseur Publisher.
- Vallée, R. (1990). *Sur la complexité d'un système relativement à un observateur*. *Revue Internationale de Systémique*, 4(2), pp. 239-43.
- Wing, J. M. (2006). *Computational Thinking*. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, 49(3), pp. 33-35.

**Abstract:** The current collaborative schemes require a constant debugging of workflows caused by the unceasing evolution of digital environments. Similarly, the continuous debate on how to establish the type of knowledge that is incorporated into the curriculum of design careers are factors to consider for the improvement of the skills and capabilities of future design professionals. These are some of the

reasons why the use of computational thinking is proposed as the instrument that potentializes creative processes using the algorithm and the visual programming environments.

**Keywords:** Creative process – algorithmic thinking – instrument – product – digital – programming – visual.

**Resumo:** Os atuais esquemas de colaboração exigem um refinamento constante dos fluxos de trabalho causados pela evolução incessante dos ambientes digitais. Da mesma forma, o debate contínuo para estabelecer que tipo de conhecimento é incorporado ao currículo das carreiras de design são fatores a serem levados em conta para o aperfeiçoamento das habilidades e habilidades dos futuros profissionais de design. Estas são algumas das razões pelas quais o uso do pensamento computacional é proposto como uma ferramenta para melhorar os processos criativos através do uso de algoritmos e ambientes de programação visual.

**Palavras chave:** Processo criativo - pensamento algorítmico - instrumento - produto - digital - programação - visual.

(\* **Elí Josué Tello Bragado**. Diseñador Industrial, Maestría en Diseño con énfasis en el análisis del uso de tecnologías de prototipado rápido y Doctor en Diseño (Universidad Autónoma del Estado de México). Estancia de investigación doctoral, Universitat Politècnica de València, ETS d'Enginyeria Informàtica, España. Especialista en diseño y fabricación digital por medio de herramientas computacionales como lo son software de modelado tridimensional, así como lenguajes de programación visual. Colaborador de proyectos y grupos multidisciplinarios (Archelibrum media team & Cenzontle Hack LAB). Profesor colaborador en el Diploma de especialización en tecnologías interactivas y fabricación digital para la Universitat Politècnica de València.