



# Resumen de la investigación

*Fomento del pensamiento computacional y del pensamiento de diseño en el Programa de la Escuela Primaria, el Programa de los Años Intermedios y el Programa del Diploma*

James D. Slotta, Universidad de Toronto; Jie Chao, The Concord Consortium; Mike Tissenbaum, Universidad de Illinois en Urbana-Champaign

Agosto de 2020

## Contexto

Diversos autores consideran que el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional son competencias fundamentales para el siglo XXI, necesarias para el éxito a largo plazo de la educación y la trayectoria profesional de los alumnos. El pensamiento de diseño se tiene por un aspecto central de la creatividad productiva, y se identifica como un valor clave en diversos sectores. El pensamiento computacional se considera una comprensión básica de cómo funcionan las computadoras y la tecnología. Teniendo en cuenta la necesidad de este tipo de desarrollo de competencias para el siglo XXI, este estudio incluye cuatro objetivos: 1) Aclarar a las partes interesadas del IB las definiciones de *pensamiento de diseño* y *pensamiento computacional*; 2) describir cómo el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional están representados actualmente en los cursos y programas del IB; 3) examinar las dificultades que tienen los docentes para aplicar el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional en sus actuales prácticas de enseñanza y evaluación; y 4) proporcionar orientación para el futuro plan de estudios y las prácticas de aplicación. El estudio también trata de identificar algunas prácticas deseables para integrar el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional en el plan de estudios y las evaluaciones del IB, y articular algunas implicaciones para la práctica docente y el desarrollo profesional.

## Metodología

Este estudio aborda cuatro preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las definiciones actuales de *pensamiento computacional* y *pensamiento de diseño*, incluyendo cualquier investigación sobre su relación con progresiones de aprendizaje, evaluaciones, enfoques de integración de currículos, y conocimientos, práctica y desarrollo profesional de los docentes?
2. ¿De qué manera los cursos y programas del IB incorporan actualmente el pensamiento computacional y el pensamiento de diseño en sus guías, evaluaciones y materiales de ayuda al profesor?
3. ¿Cómo entienden los docentes del IB el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional y apoyan su integración en sus cursos?
4. ¿Cuáles son algunos de los principales desafíos a los que se enfrentan los docentes del IB al aplicar el pensamiento de diseño y del pensamiento computacional, y cuáles son las consideraciones para apoyar su éxito futuro?

El estudio incluye una revisión de bibliografía especializada, un análisis de currículos, y una encuesta para docentes. La revisión de bibliografía especializada implica una búsqueda de artículos de investigación publicados desde 2006. El análisis de currículos se ha realizado en cursos seleccionados para mostrar cómo el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional están integrados en los programas. La encuesta permite ver cómo los docentes del IB entienden estos conceptos, cómo los integran en sus diseños curriculares,

y qué dificultades perciben con respecto a la inclusión del pensamiento de diseño y el pensamiento computacional.

## Hallazgos

### Revisión de bibliografía especializada

La revisión de bibliografía especializada aborda cuatro aspectos específicos relacionados con el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional.

#### Definiciones de *pensamiento de diseño* y *pensamiento computacional*

La mayoría de las definiciones de *pensamiento de diseño* y *pensamiento computacional* se centran en la importancia de los problemas o proyectos abiertos que los alumnos deben resolver mediante la colaboración, la creatividad y el diseño. El pensamiento de diseño y el pensamiento computacional también se refuerzan mutuamente. Dado que el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional tienen muchas dimensiones, actividades y recursos subyacentes comunes, cada competencia suele incluir algún grado de la otra.

Sobre la base de la revisión de bibliografía especializada, se formularon las siguientes definiciones:

- Pensamiento de diseño: Forma de pensamiento en la que los alumnos colaboran y desarrollan de forma iterativa soluciones creativas para problemas del mundo real abiertos y no estructurados.
- Pensamiento computacional: Forma concreta de resolver problemas y razonar en la que los alumnos abordan problemas abiertos para formular el problema de tal manera que sus soluciones puedan representarse como algoritmos que pueden resolver las computadoras o los humanos.

#### Integración en el currículo y progresiones de aprendizaje

Las estrategias de diseño curricular más eficaces son las que abordan explícitamente el pensamiento computacional y el pensamiento de diseño y emplean enfoques basados en proyectos o centrados en el diseño. Con frecuencia se indica que las actividades que integran el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional son de carácter multidisciplinario (por ejemplo, en el marco de proyectos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) e incluso suponen colaboraciones entre docentes de diferentes cursos.

El pensamiento de diseño y el pensamiento computacional se describen como competencias (formas de conocimiento y de aprendizaje) que los alumnos adquieren y aplican durante sus estudios. Numerosos especialistas describen el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional como competencias que servirán a los alumnos para el aprendizaje en todas las disciplinas y a lo largo de sus vidas. Es importante que los docentes vean el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional no como temas que estudiar, sino más bien como un medio para estudiar temas.

Faltan evaluaciones completas y medibles para el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional. Esto refleja claramente la relativa novedad de estos términos y su falta de adopción generalizada como elementos básicos en los marcos de los programas de estudios. También refleja el desafío de evaluar problemas abiertos o proyectos multidisciplinarios de envergadura.

### Contextos y entornos de aprendizaje

El pensamiento de diseño y el pensamiento computacional pueden aplicarse de manera flexible para fomentar un aprendizaje que abarque contextos formales e informales y diversas asignaturas. Gran parte de las investigaciones relativas al pensamiento de diseño y al pensamiento computacional se han realizado en entornos informales, tales como museos o programas extraescolares. Sin embargo, esta investigación reconoce su relevancia para los contextos formales dentro de la educación desde preescolar hasta la universidad.

Una amplia gama de plataformas puede apoyar a los alumnos a aplicar el pensamiento computacional, mientras que muchas menos están explícitamente dedicadas al pensamiento de diseño.

#### Plataformas que apoyan la aplicación del pensamiento computacional

- Hojas de cálculo
- Entornos de programación basados en bloques, como Scratch o el App Inventor del Instituto Tecnológico de Massachusetts (Morelli et al, 2011)
- Entornos de programación híbridos como Game Maker (Jenson y Droumeva, 2016)
- Las actividades que no se realizan con una computadora también pueden hacer que los alumnos apliquen eficazmente el pensamiento computacional, si permiten modelizar problemas y formular soluciones antes de pasar a la computación (Lee et al, 2014)

#### Plataformas que apoyan la aplicación del pensamiento computacional y del pensamiento de diseño

- Los kits de construcción de robótica son populares (Sullivan y Heffernan, 2016)
- Micromundos como Lattice Land (Pei et al, 2018) o Paper Circuit (Lee y Recker, 2018), que permiten a los alumnos explorar ideas disciplinarias a través de manipulaciones computacionales

### Enseñanza con pensamiento de diseño y pensamiento computacional

Las ideas preexistentes de los docentes sobre el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional pueden inhibir su integración de nuevas formas de práctica y discurso en el aula. Los alumnos se encargan en gran medida de sus propias actividades de aprendizaje, limitadas por las directrices del currículo, y con frecuencia mezclan los contextos del colegio, el hogar y la disciplina. El docente se ocupará más a menudo de individuos y pequeños

grupos, y convocará con regularidad a la clase para breves períodos de instrucción o discusión. Esto coloca a los docentes en un papel de mentores y da lugar a patrones de discurso tales como la “charla responsable” (Resnick et al, 2018) o la “enseñanza receptiva” (Robertson et al, 2015).

Hay pocas investigaciones sobre el aprendizaje de los docentes acerca del pensamiento de diseño y del pensamiento computacional. Sin embargo, algunos estudios publicados sugieren que un desarrollo profesional eficaz de los docentes debería implicar que estos aprendiesen mediante actividades de pensamiento de diseño y pensamiento computacional, con el fin de que experimenten por sí mismos cómo afectan al pensamiento y al razonamiento dentro de su ámbito.

## Análisis de currículos

En esta sección se informa de los hallazgos relacionados con la integración del pensamiento de diseño y el pensamiento computacional en el Programa de la Escuela Primaria (PEP), el Programa de los Años Intermedios (PAI) y el Programa del Diploma (PD). A continuación se exponen tres hallazgos principales:

1. Los programas actuales del IB hacen hincapié en problemas del mundo real, y muchos cursos se centran en problemas abiertos, la creatividad y el diseño. Los tres programas del IB mencionados (PEP, PAI y PD) realizan un esfuerzo concertado para conectar el aprendizaje de los alumnos con los problemas del mundo real, el pensamiento creativo y los enfoques multidisciplinares.
2. Algunas dimensiones del pensamiento de diseño y del pensamiento computacional, como la colaboración y la mejora iterativa, se reconocen explícitamente como valores dentro del IB, especialmente en el PAI. Sin embargo, no suelen abordarse con ninguna orientación, evaluación o materiales de ayuda al profesor explícitos.
3. Se encontraron muchas dimensiones de pensamiento de diseño y pensamiento computacional en los materiales de los cursos, pero es probable que estuvieran presentes debido a un compromiso general con la indagación y el aprendizaje basado en proyectos, que comparten algunas de las mismas dimensiones (como la creatividad o los problemas del mundo real). Si bien regularmente se hace hincapié en la creatividad y la resolución de problemas, otras dimensiones del pensamiento de diseño (como las pruebas iterativas y la revisión) y del pensamiento computacional (como los algoritmos y la descomposición de problemas) destacan mucho menos, presumiblemente porque son más específicas del diseño y la computación.

## Encuesta para docentes

En la encuesta se examinan la comprensión de los docentes sobre el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional, sus enfoques para integrar esas competencias, y las dificultades que perciben al hacerlo.

### Comprensión de los docentes sobre el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional

1. Los docentes de los tres programas indican que están muy familiarizados con el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional, y que comprenden cómo encajarlos en sus cursos. En general, los docentes indican que conocen y entienden el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional como competencias fundamentales para el siglo XXI.
2. El trabajo basado en proyectos se cita comúnmente como una estrategia en la que los alumnos deben resolver problemas de manera creativa. Existe un reconocimiento común del valor de los proyectos abiertos en los que los alumnos deben aplicar creativamente las ideas y temas del curso.
3. Algunos docentes expresan una comprensión limitada o una falta de confianza sobre cómo integrar el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional. Muchos docentes de todos los programas expresan la necesidad de contar con orientación adicional, estudios de casos y otras formas de desarrollo profesional o materiales de ayuda al profesor destinados a ayudarles a comprender e integrar con más profundidad esas competencias.

Hay que aclarar que los docentes se autoevaluaron con respecto a esta comprensión, por lo que es posible o incluso probable que algunos encuestados crean que comprenden más de lo que realmente comprenden. No obstante, los niveles de comprensión comunicados por los docentes deben considerarse como un resultado positivo, y ciertamente indican una actitud positiva con respecto al pensamiento de diseño y al pensamiento computacional. Para obtener más información sobre la comprensión de los docentes sobre el pensamiento de diseño y del pensamiento computacional, véase la sección 3 del informe completo.

### Enfoques para integrar el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional

Los docentes usan muchos enfoques comunes para integrar el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional que se dan en los tres programas, y algunos que son específicos de un programa en particular. En la tabla 1 se presentan las principales estrategias utilizadas por los docentes en cada programa.

Programa del IB	Descripción general	Estrategias clave
PD	Los docentes del PD compartieron una serie de ideas y enfoques interesantes. Ofrecieron menos ilustraciones y actividades específicas para pensamiento computacional que para el pensamiento de diseño, y muchos apelaron a la naturaleza computacional más general de la resolución de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de problemas abiertos y centrados en el alumno</li> <li>• Inclusión de actividades tecnológicas</li> <li>• Uso de gestión de datos y computación en proyectos y resolución de problemas</li> <li>• Método científico y resolución de problemas</li> <li>• Hacer énfasis en la colaboración</li> <li>• Asociaciones multidisciplinarias con Tecnología del Diseño del PD</li> </ul>
PAI	Los docentes del PAI indicaron una serie de ideas y enfoques interesantes similares a los expresados por los profesores del PD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de problemas abiertos y reales</li> <li>• Uso de ciclos iterativos de revisión</li> <li>• Uso de proyectos colaborativos</li> <li>• Ayuda a la creatividad</li> <li>• Conexión de diseño y computación</li> <li>• Integración de tecnologías de hardware programables</li> <li>• Uso de entornos de programación</li> <li>• Trabajo con datos</li> </ul>
PEP	Los docentes del PEP mostraron una notable sensibilidad respecto de la importancia del pensamiento de diseño y del pensamiento computacional, así como una visión estratégica de cómo enfocar estas competencias.	<p>Estrategias para alumnos más jóvenes (de 3 a 6 años)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego y creatividad</li> <li>• Problemas abiertos</li> <li>• Colaboración o trabajo en grupo</li> <li>• Búsqueda de patrones</li> <li>• Descomposición de problemas en partes más pequeñas</li> <li>• Uso de puzzles y problemas</li> <li>• Inclusión de tecnología</li> </ul> <p>Las estrategias para alumnos mayores (de 7 a 12 años) incluían muchas de estas mismas estrategias, así como las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juegos informáticos</li> <li>• Uso de mapas conceptuales y diagramas de flujo</li> <li>• Robótica y programación informática</li> <li>• Integración de temas entre disciplinas</li> <li>• Problemas seleccionados por los alumnos</li> </ul>

Tabla 1: Enfoques para integrar el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional en cada programa del IB

## Dificultades identificadas por los docentes del IB

1. Muchos profesores del PD consideran que hay demasiados contenidos obligatorios y no hay tiempo suficiente en el plan de estudios para introducir enfoques basados en proyectos o problemas abiertos. En el PAI, menos profesores indican que haya una gran carga de contenidos. Sin embargo, hay quienes mencionan que necesitan más tiempo para los proyectos (por ejemplo, en Matemáticas y Ciencias). Esto sugiere la necesidad de que en todo el programa se haga hincapié en la resolución de problemas, la creatividad y el razonamiento basado en datos. En el PEP, algunos docentes expresan la necesidad de más tiempo y ayuda adecuada a la edad para integrar el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional, lo que indica

que los docentes a veces perciben una restricción o limitación impuesta por los planes de indagación de sus colegios.

2. Los docentes expresan la necesidad de contar con más orientación para crear y establecer actividades que utilicen el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional, así como la necesidad de realizar evaluaciones adecuadas de la integración de estos conceptos. Muchos profesores del PD indican una falta de ejemplos sólidos de “cómo hacer esto”, y la necesidad de desarrollo profesional. Los profesores del PAI consideran que, si bien se declara el valor del aprendizaje basado en proyectos y de los problemas abiertos, hay una falta de orientación acerca de cómo deberían ser estos en los cursos específicos. Los docentes del PEP citan con frecuencia la necesidad de más apoyo para adaptar sus indagaciones con el fin de integrar el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional.
3. Algunos docentes, especialmente en el PEP, consideran que sus alumnos no están preparados para estas formas de currículo. Esto se debe a que perciben problemas de comportamiento o a que creen que estas formas de aprendizaje no son adecuadas desde el punto de vista del desarrollo.

## Consideraciones para los programas del IB

En respuesta a las dificultades identificadas en la sección anterior, se articularon varias consideraciones, tanto a nivel general (en todos los programas) como a nivel específico (en cada programa individual). Véase la tabla 2.

Programa del IB	Consideraciones
<p><b>Todos los programas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar las guías y el material de ayuda al profesor, haciendo referencia explícita al pensamiento de diseño y al pensamiento computacional como base para una enseñanza y aprendizaje sólidos y como competencias importantes para el siglo XXI.</li> <li>• Hacer explícita la evaluación del pensamiento de diseño y del pensamiento computacional, para que alumnos y docentes las tomen en serio.</li> <li>• Adoptar en todo el programa un énfasis en los proyectos interdisciplinarios y revisar la amplitud del contenido.</li> <li>• Apoyar el intercambio de programas de indagación y planificaciones de clases entre los docentes del IB.</li> <li>• Crear a nivel de programa planes de desarrollo profesional que puedan contribuir a que los colegios ayuden a los docentes a estar mejor informados e instruidos y ser más reflexivos en su práctica profesional.</li> <li>• Considerar el diseño y la computación dentro del panorama de la práctica profesional en las disciplinas pertinentes (como las matemáticas, la química o la ingeniería).</li> </ul>
<p><b>PD</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rediseñar las expectativas de los planes de estudio, de modo que se reduzca la cantidad de contenido obligatorio y se enfatizan los proyectos multidisciplinarios.</li> <li>• Reforzar las conexiones interdisciplinarias entre la informática, las matemáticas y las ciencias podría ser una estrategia (por ejemplo, crear un requisito de proyecto multidisciplinario).</li> <li>• Es fundamental tener en cuenta el desarrollo de la identidad profesional. El PD podría hacer un esfuerzo concertado para trabajar con el Programa de Orientación Profesional (POP) a fin de reforzar los vínculos con los componentes troncales del POP, por ejemplo: 1) incorporar aspectos del Proyecto de Reflexión y enfocarlos a una carrera profesional; 2) incluir vínculos de Habilidades</li> </ul>

	<p>Personales y Profesionales en los grupos de cursos; y 3) centrarse en el aprendizaje de habilidades específicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encontrar una manera de asignar más espacio en el plan de estudios para los enfoques de aprendizaje basados en proyectos, como en los modelos de evaluación interna de los cursos del PD.</li> </ul>
<b>PAI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar explícitamente el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional en los conceptos clave y relacionados de los proyectos del PAI y en los programas de indagación tal como se refleja en el proceso de planificación de unidades, refiriéndose a las dimensiones de nuestras definiciones de trabajo.</li> <li>• Apoyar el intercambio de planificaciones de clases y de evaluaciones entre los profesores del PAI en todo el programa, lo que también podría constituir una rica fuente de contenidos y ayudar a difundir diseños eficientes.</li> </ul>
<b>PEP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se podría hacer más énfasis en las progresiones de aprendizaje de los alumnos y la manera de apoyarlas en los programas de investigación: ¿Por dónde empiezan los alumnos, en relación con los enfoques creativos, colaborativos y centrados en problemas, y cómo podemos contribuir a su desarrollo?</li> <li>• Se podría ofrecer orientación específica sobre el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional para ayudar a los docentes a entender cómo distintos enfoques afectarán a estas competencias.</li> <li>• También se podría dedicar un mayor esfuerzo a la progresión del pensamiento de diseño y del pensamiento computacional a lo largo del programa, incluido presentar con claridad cómo el diseño y la computación son aspectos que los alumnos del PEP aprenden y cómo serán cruciales para el éxito en el PEP y posteriormente.</li> </ul>

Tabla 2: Consideraciones para los programas del IB

## Resumen

El pensamiento de diseño y el pensamiento computacional se consideran competencias fundamentales para el siglo XXI que servirán a los alumnos en el aprendizaje en todas las disciplinas y a lo largo de sus vidas. Las definiciones de *pensamiento de diseño* y *pensamiento computacional* se centran en la importancia de los problemas o proyectos abiertos que los alumnos deben resolver mediante la colaboración, la creatividad y el diseño. Las estrategias de diseño curricular más eficaces son las que abordan explícitamente el pensamiento computacional y el pensamiento de diseño y emplean enfoques basados en proyectos o centrados en el diseño. Los docentes de los programas del IB indican que están muy familiarizados con el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional, y que comprenden cómo encajarlos en sus cursos. No obstante, muchos docentes de todos los programas expresan la necesidad de contar con orientación adicional, estudios de casos y otras formas de desarrollo profesional, así como la necesidad de evaluaciones. Entre las consideraciones para los programas del IB está mejorar las guías y el material de ayuda al profesor, haciendo referencia explícita al pensamiento de diseño y al pensamiento computacional como base para una enseñanza y aprendizaje sólidos y como importantes competencias para el siglo XXI.

## Referencias

- JENSON, J.; DROUMEVA, M. "Exploring Media Literacy and Computational Thinking: A Game Maker Curriculum Study". En *Electronic Journal of E-Learning*. 2016, vol. 14, n.º 2. Pp. 111–121.
- LEE, T. Y.; MAURIELLO, M. L.; AHN, J. y BEDERSON, B. B. "CTArcade: Computational Thinking with Games in School Age Children". En *International Journal of Child-Computer Interaction*. 2014, vol. 2, n.º 1. Pp. 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2014.06.003>
- LEE, V. R.; RECKER, M. "Paper Circuits: A Tangible, Low Threshold, Low Cost Entry to Computational Thinking". En *TechTrends*. 2018, vol. 62, n.º 2. Pp. 197–203. <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0248-3>
- MORELLI, R.; DE LANEROLLE, T.; LAKE, P.; LIMARDO, N.; TAMOTSU, B.; UCHE, C. "Can Android App Inventor Bring Computational Thinking to K-12?". En *Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'11)*. 2011. [http://hermes.di.uoa.gr/gregor/file/appinventor\\_manuscript.pdf](http://hermes.di.uoa.gr/gregor/file/appinventor_manuscript.pdf)
- PEI, C. (Yu); WEINTROP, D.; WILENSKY, U. "Cultivating Computational Thinking Practices and Mathematical Habits of Mind in Lattice Land". En *Mathematical Thinking and Learning*. 2018, vol. 20, n.º 1. Pp. 75–89. <https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1403543>
- RESNICK, L. B.; ASTERHAN, C. S.; CLARKE, S. N.; SCHANTZ, F. "Next Generation Research in Dialogic Learning". En *The Wiley Handbook of Teaching and Learning*. Hoboken, Nueva Jersey (EE. UU.): Wiley & Sons Ltd., 2018. Pp. 323–338.
- ROBERTSON, A. D.; SCHERR, R.; HAMMER, D. (eds.). *Responsive Teaching in Science and Mathematics*. Routledge, 2015.
- SULLIVAN, F. R.; HEFFERNAN, J. "Robotic Construction Kits as Computational Manipulatives for Learning in the STEM Disciplines". En *Journal of Research on Technology in Education*. 2016, vol 48, n.º 2. Pp. 105–128. <https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1146563>

El presente resumen fue preparado por el departamento de investigación del IB. El informe completo se encuentra disponible en [www.ibo.org/es/research/](http://www.ibo.org/es/research/). Si desea más información sobre este u otros estudios de investigación del IB, solicítela a la dirección de correo electrónico [research@ibo.org](mailto:research@ibo.org).

Para citar el informe completo, utilice la siguiente referencia: SLOTTA, J.; CHAO, J.; TISSENBAUM, M. *Fomento del pensamiento computacional y del pensamiento de diseño en el Programa de la Escuela Primaria, el Programa de los Años Intermedios y el Programa del Diploma*. Bethesda, Maryland (EE. UU.): Organización del Bachillerato Internacional, 2020.