

## La bitácora de diseño, artefacto cognitivo de aprendizaje. Externalización de modelos mentales y metacognición [1] [2]

**González-Tobón, Juanita; Hernández, Edgar; Cuervo, Roberto; Camacho, Jorge**  
La bitácora de diseño, artefacto cognitivo de aprendizaje. Externalización de modelos mentales y metacognición  
[1] [2]

Revista Bitácora Urbano Territorial, vol. 30, núm. Esp.2, 2019  
Universidad Nacional de Colombia, Colombia  
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74862683012>  
DOI: <https://doi.org/10.15446/bitacora.v30n2.81635>

## Educación y pedagogía

# La bitácora de diseño, artefacto cognitivo de aprendizaje. Externalización de modelos mentales y metacognición [1] [2]

The logbook in design, learning cognitive artifact.  
Externalization of mental models and metacognition

Le journal de conception en design, artefact cognitif  
d'apprentissage. Externalisation des modèles mentaux et  
métacognition

O blog em design, aprendendo artefato cognitivo.  
Externalização de modelos mentais e metacognição

Juanita González-Tobón [gonzalez-juanita@javeriana.edu.co](mailto:gonzalez-juanita@javeriana.edu.co)

*Pontificia Universidad Javeriana, Colombia*

Edgar Hernández [edgar.hernandez@javeriana.edu.co](mailto:edgar.hernandez@javeriana.edu.co)

*Pontificia Universidad Javeriana, Colombia*

Roberto Cuervo [rcuervo@javeriana.edu.co](mailto:rcuervo@javeriana.edu.co)

*Pontificia Universidad Javeriana, Colombia*

Jorge Camacho [j-camacho@javeriana.edu.co](mailto:j-camacho@javeriana.edu.co)

*Pontificia Universidad Javeriana, Colombia*

Revista Bitácora Urbano Territorial, vol.  
30, núm. Esp.2, 2019

Universidad Nacional de Colombia,  
Colombia

Recepción: 20 Septiembre 2019  
Aprobación: 18 Octubre 2019

DOI: [https://doi.org/10.15446/  
bitacora.v30n2.81635](https://doi.org/10.15446/bitacora.v30n2.81635)

Redalyc: [https://www.redalyc.org/  
articulo.oa?id=74862683012](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74862683012)

**Resumen:** La bitácora, un instrumento utilizado en los procesos de enseñanza-aprendizaje en diseño, suele utilizarse como registro del proyecto y no como un medio de externalización de los modelos mentales de los estudiantes y su transformación durante el curso de una asignatura. En este artículo de reflexión teórica se indaga por cómo la bitácora de diseño puede ser un artefacto cognitivo de aprendizaje para promover la metacognición en el proceso formativo. Para ello, se propone una aproximación cognitivista histórico-cultural en relación con el concepto de metacognición, como un aspecto fundamental para que se dé el aprendizaje en profundidad y comprender así la bitácora de diseño desde la noción de artefacto cognitivo, la cual se construye en las relaciones entre los agentes involucrados en el aula. Se establece el marco conceptual desde donde se formulan las categorías y posibles variables para comprender las representaciones externas que se presentan en la bitácora de diseño: sus niveles físico, simbólico y cognitivo. Las representaciones externas, como elementos simbólicos, son evidencia de los modelos mentales del sujeto y su aproximación a la solución de problemas desde el pensamiento diseñístico. Como resultado, se presenta una matriz con rasgos observables de las dimensiones y procesos metacognitivos.

**Palabras clave:** bitácora, diseño, cognición, material visual, proceso de aprendizaje, artefacto.

**Abstract:** The logbook, an instrument used in the teaching-learning processes in design, is often used as a project record and not as a means of outsourcing students' mental models and their transformation during a course. In this article of theoretical reflection, we investigate how the design log can be a cognitive learning device to promote metacognition in the formative process. To this end, a historical-cultural cognitive approach is proposed in relation to the concept of metacognition, as a

fundamental aspect for deep learning and thus understand the design logbook from the notion of cognitive artifact, which is constructed in the relationships between the agents involved in the classroom. Next, the conceptual framework is established from where the categories and possible variables are formulated to understand the external representations that are presented in the design logbook, from their physical, symbolic and cognitive levels. These external representations, as symbolic elements, are evidence of the subject's mental models and their approach to problem solving from designerly thinking. As a result, a matrix with observable features of metacognitive dimensions and processes is presented.

**Keywords:** logbook, design, cognition, visual materials, learning process, artifact.

**Résumé:** Le journal de conception, un instrument utilisé dans les processus d'enseignement et d'apprentissage en conception, sert souvent à enregistrer le projet et non à externaliser les modèles mentaux des étudiants et leur transformation au cours d'un cours. Dans cet article de réflexion théorique, nous étudions comment le registre de conception peut être un artefact cognitif d'apprentissage pour favoriser la métacognition dans le processus de formation. À cette fin, une approche cognitive historico-culturelle est proposée en relation avec le concept de métacognition, en tant qu'aspect fondamental pour un apprentissage approfondi et permet ainsi de comprendre le registre de conception à partir de la notion d'artefact cognitif, qui est construite dans les relations entre les agents impliqués dans la classe. Ensuite, le cadre conceptuel est établi à partir duquel les catégories et les variables possibles sont formulées pour comprendre les représentations externes présentées dans le registre de conception, à partir de leurs niveaux physiques, symbolique et cognitif. Ces représentations externes, en tant qu'éléments symboliques, sont la preuve des modèles mentaux du sujet et de son approche de la résolution de problèmes à partir de la conception. En conséquence, une matrice présentant des caractéristiques observables de dimensions et de processus métacognitifs est présentée.

**Mots clés:** journal de conception, design, cognition, support visuel, processus d'apprentissage, artefact.

**Resumo:** Blog em design, um instrumento usado nos processos de ensino-aprendizagem no design, é frequentemente usado como um registro do projeto e não como um meio de terceirizar os modelos mentais dos alunos e sua transformação durante um curso. Neste artigo de reflexão teórica, investigamos como o logbook de design pode ser um artefato cognitivo da aprendizagem para promover a metacognição no processo formativo. Para isso, propõe-se uma abordagem cognitiva histórico-cultural em relação ao conceito de metacognição, como um aspecto fundamental para uma aprendizagem aprofundada e, assim, entender o logbook de design a partir da noção de artefato cognitivo, que é construído nas relações entre os agentes envolvidos na sala de aula. A seguir, é estabelecida a estrutura conceitual a partir da qual as categorias e possíveis variáveis são formuladas para entender as representações externas que são apresentadas no logbook de design, a partir de seus níveis físico, simbólico e cognitivo. Essas representações externas, como elementos simbólicos, são evidências dos modelos mentais do sujeito e de sua abordagem à resolução de problemas a partir do designerly thinking. Como resultado, é apresentada uma matriz com características observáveis de dimensões e processos metacognitivos.

**Palavras-chave:** blog em design, design, cognição, material visual, processo de aprendizagem, artefato.

## Introducción

El interés de este artículo es exponer el marco teórico que permita responder a la pregunta sobre cómo la bitácora de diseño puede ser un artefacto cognitivo de aprendizaje para promover la metacognición en el proceso formativo.

González (1994) relata que Tomás Maldonado, presidente del Congreso Internacional de del Consejo Internacional de Sociedades de Diseño Industrial (ICSID, por sus siglas en inglés), realizado en 1961 en Venecia, reconoce al diseño como una actividad proyectual. Con ello se puede afirmar que diseñar está relacionado directamente con la facultad de proyectar, porque implica un proceso de anticipación de respuestas preferibles a una situación problemática, lo que se sustenta en la iteración entre pensamiento abductivo y deductivo (Dorst, 2011). Esto define la naturaleza proyectual del diseño como una de las didácticas de dominio específico y, así mismo, sus estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Desde esta perspectiva, la bitácora se constituye en un elemento mediador entre profesores y estudiantes, en tanto posibilita la externalización de manera multimodal (Kress, 2005) de la evolución de algunos de sus modelos mentales durante los procesos proyectuales de diseño. Así, la bitácora adquiere una dimensión de artefacto cognitivo (Cole, 1999; Visser, 2006), dado que media las relaciones entre las agentes del proceso de enseñanza-aprendizaje en diseño, lo que favorece los procesos metacognitivos del estudiante.

En las bitácoras observadas hasta el momento en la investigación La bitácora de proyecto como artefacto cognitivo para fortalecer la metacognición en procesos de formación de diseñadores, se evidenció que ellas son utilizadas principalmente como un instrumento de registro del desarrollo de un proyecto, en las que el estudiante externaliza sus ideas de producto y las representa de manera gráfica a través de bocetos, perspectivas, anotaciones, detalles, planos, entre otros. Se suele utilizar como medio para discutir con el profesor los avances del proyecto, quien comúnmente hace retroalimentaciones en función del logro de los propósitos del producto final.

Sin embargo, no suele retroalimentar la evolución del proceso de aprendizaje del estudiante con respecto a la transformación de sus modelos mentales, desaprovechando la posibilidad de convertir a la bitácora de diseño en un artefacto cognitivo que permita a los agentes involucrados en la formación reflexionar sobre los procesos cognitivos que se ponen en marcha en la actividad proyectual, lo que autores como Cross (2006) y Lloyd, Lawson y Scott (1995) denominaron cognición de diseño (design cognition).

Lo anterior, permitiría visualizar los modelos mentales (Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016) de los estudiantes durante su formación, sobre los cuales se podrían realizar procesos metacognitivos estratégicos para favorecer el aprendizaje en profundidad (Sawyer, 2014).

La cognición de diseño, en tanto categoría, ha sido abordada desde la década de 1990 con un interés por las propiedades cognitivas de la actividad de diseño (Lloyd, Lawson y Scott, 1995; Oxman, 1999; 2017; Cross, 2006; Visser, 2006). De manera complementaria, Oxman (1999: 105) plantea la urgencia de trasladar estos conocimientos al aula de clase para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en el diseño, al argumentar “la necesidad de redefinir la tarea de aprendizaje en la

educación de diseño, desde una orientación de la producción de artefactos de diseño, hacia una aproximación basada en la cognición”.

En este sentido, si bien la bitácora de diseño es y ha sido un instrumento ampliamente utilizado en las asignaturas de proyecto, no es posible decir que por sí sola se constituya en un artefacto cognitivo, lo que implicaría un cambio en las relaciones que se tejen entre estudiantes y profesores alrededor de esta, ya que, como afirma Wertsch (1997: 55), “el individuo que utiliza un nuevo instrumento de mediación tiene también que cambiar desde el momento en que éste exige poner en marcha técnicas y destrezas nuevas”.

En esta misma línea, Oxman (2017) argumenta cómo el pensamiento de diseño se transforma en la medida en que cambia la herramienta con la que se representa y aclara que, cuando esta se expresa en modos y medios digitales, los nuevos modos y medios no se reducen a lo instrumental, sino que se constituyen en un recurso que modifica y complejiza los modos de pensamiento.

En consecuencia, se plantea la bitácora como un artefacto cognitivo capaz de mediar el aprendizaje y externalizar la transformación de los modelos mentales de los estudiantes durante los procesos proyectuales de diseño.

## Contexto teórico

Para comprender la bitácora de diseño como artefacto cognitivo de mediación para el aprendizaje en profundidad, se necesita enmarcar las categorías que dan soporte a esta hipótesis, en tanto se busca visibilizar la evolución de los modelos mentales de los estudiantes y favorecer la metacognición durante el proceso educativo. Para ello, se abordará conceptualmente la categoría de bitácora de diseño y cómo esta permite la representación externa de los modelos mentales de los estudiantes y su transformación a lo largo de un curso, lo que da cuenta de su aprendizaje.

Lo anterior deriva en el análisis de las relaciones de la bitácora con la metacognición, siendo este uno de los aspectos fundamentales para el aprendizaje en profundidad, con el fin de llevar al estudiante a la interiorización del pensamiento diseñístico (Cross, 2006; Johansson - Sköldberg, Woodilla y Çetinkaya, 2013).

Este tipo particular de pensamiento se refiere a la construcción académica de la práctica propia del diseño y a la reflexión teórica para interpretar y caracterizar las competencias no verbales de los diseñadores. Relaciona teoría y práctica desde una perspectiva particular del diseño, en el que se precisan tanto las capacidades cognitivas propias que caracterizan a los diseñadores (Oxman, 1999; Cross, 2006), como a lo proyectual y sus modos de actuación.

Como forma de soporte del pensamiento diseñístico, la bitácora de diseño se caracteriza por ser predominantemente gráfica, aunque es claro que también acude a diversos sistemas de representación externa (Martí, 2003), como son la imagen, la escritura y la notación numérica, entre otros, que, en términos de los estudios de la multimodalidad,

se denominan modos verbales y no verbales (Kress, 2005). Es gracias a ellos que el estudiante logra un refinamiento gradual de sus ideas y conocimiento diseñístico durante la actividad proyectual, lo que permite hacer visible de manera inteligible las representaciones mentales internas del estudiante que, al externalizarlas, se convierten en un vehículo del pensamiento y comunicación.

En ese sentido, es importante resaltar cómo estas representaciones diversas se refinan en el proceso de la actividad proyectual (Cardella, Atman y Adams, 2006; Hernández y Arenas, 2008; Goel, 2014), en un continuo diálogo entre pensamiento y representación externa, donde en las primeras etapas ambos son difusos, vagos e inestables, hasta llegar a etapas más avanzadas en donde los dos se precisan, definen y determinan (Goel, 2014). Es así como las representaciones externas a las que acude el diseño y que se presentan en la bitácora sirven como mediadores entre los modelos mentales de los diversos agentes que participan en la actividad proyectual.

Ahora bien, como cada modo representacional tiene sus propios límites o capacidad de representación (Martí, 2003; Kress, 2005), se busca que los diversos modos a los que acude la bitácora de diseño se complementen entre sí para dar cuenta del proceso de aprendizaje de los estudiantes, teniendo en cuenta que “un aspecto adicional que apoya esta idea es que las personas tienen canales separados para el procesamiento de información verbal, visual, espacial, tipos de representaciones que soportan en gran medida el aprendizaje” (Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016: 55).

En consecuencia, se representa externamente para compartir el mundo mental con uno mismo y con los otros y lo que se externaliza son los modelos mentales que se tiene de las realidades (Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016). Estos modelos mentales son un tipo de representación mental análoga, que se caracteriza por conservar la estructura con aquello que representa, “son representaciones dinámicas y generativas que pueden ser manipuladas mentalmente para hacer explicaciones causales de fenómenos físicos y hacer predicciones” (Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016: 62). Para el caso del diseño, la representación externa de los modelos mentales suele manifestarse en la bitácora a modo de bocetos, maquetas, simulaciones, discursos, entre otros, donde surgen las evidencias del aprendizaje para hacer visible no solo el transcurrir de un proyecto y sus productos, sino para dar cuenta de la manera como el estudiante integra la información externa con su conocimiento previo.

El conocimiento con el que los estudiantes llegan a un curso está representado en sus modelos mentales y es su evolución durante la actividad proyectual lo que denota el aprendizaje, el cual se da gracias a la interacción con los modelos conceptuales que el profesor les presenta, siendo estos últimos instrumentos para la enseñanza. Así, “desde esta perspectiva, los aprendizajes serían más profundos cuando los estudiantes estén en capacidad de construir modelos mentales abarcadores, articuladores y consistentes con los modelos conceptuales” (Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016: 63). En ese sentido cobra importancia la bitácora como el lugar donde se representan, reúnen y

refinan los modelos mentales del estudiante en diálogo con los modelos conceptuales del profesor, para construir el conocimiento diseñístico del curso.

Esta construcción mediada por la bitácora deberíaemerger a partir de dos condiciones: la primera, referida a la externalización de los modelos mentales del conocimiento diseñístico; y, la segunda, a las reflexiones que hace el estudiante sobre su proceso de aprendizaje con dichas externalizaciones en diálogo con los demás agentes de la actividad formativa, lo que permite afianzar habilidades metacognitivas en el aula.

El constructo teórico de la metacognición ha evolucionado desde la definición que hiciera Flavell (1979) al respecto, como la capacidad de monitorear, evaluar y planificar los procesos de pensamiento y regularlos en función de sus propósitos, hasta Gunstone y Mitchell (1998, citado en Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016), quienes ampliaron su estudio a partir de tres dimensiones: conocimiento, regulación y conciencia metacognitiva, con las cuales se planean acciones para un aprendizaje en profundidad (Sawyer, 2014; Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016). Esta investigación se fundamenta en dichas dimensiones.

Abordar la categoría de la metacognición en diseño está motivado por el interés de promover la calidad del aprendizaje, usando la bitácora como mediación (Wertsch, 1997), la cual sigue siendo una herramienta tradicional en las disciplinas proyectuales como el diseño, la arquitectura y las artes. Hutchings, Kinzie y Kuh (2014) afirman que las carreras con mayor peso en la praxis, entendida como elemento de práctica reflexionada (Schön, 1983), deben ofrecer a los estudiantes experiencias que provean oportunidades auténticas para aplicar los conceptos y habilidades en situaciones del mundo real. En esta línea de razonamiento Huber (2008) afirma que los modelos de aprendizaje basados en proyectos son apropiados para promover el aprendizaje activo y que, en ellos, es común el uso de bitácoras.

Basados en la práctica reflexiva de Schön (1983), Gelmez y Bagli (2018: 138) han encontrado diversas evidencias para referenciar las actividades de registro reflexivo de los procesos de aprendizaje del diseño con terminologías diferentes al concepto de bitácora, como son: “diario de generación formal, diario personal, blog del curso, diario reflexivo en línea, diario reflexivo de diseño y diarios de aprendizaje semanales”.

En este sentido, apropiando los aportes sobre metacognición de Tamayo (2007), se considera que la bitácora debería integrarse de manera intencionada y consciente por parte de profesores y estudiantes en las dinámicas de enseñanza-aprendizaje del diseño, teniendo en cuenta las particularidades de la disciplina que, para este caso, se encuentran en el pensamiento diseñístico.

Por lo tanto, para que la bitácora se constituya en un artefacto cognitivo de mediación (Wertsch, 1997), debe funcionar como el nexo entre la información del contexto y los modelos mentales del estudiante, adaptando la información a sus propias expectativas de aprendizaje. Lo anterior le posibilita al estudiante y al profesor darse cuenta del crecimiento y reorganización de los modelos mentales del aprendiz,

además de interiorizar símbolos, conceptos y métodos de la disciplina en una red significativa que se exterioriza en nuevas formas de conducta, para el caso, nuevas formas de proyectar y argumentar sus decisiones de diseño.

## Metodología

Este artículo surgió de la fase inicial de la investigación La bitácora de proyecto como artefacto cognitivo para fortalecer la metacognición en procesos de formación de diseñadores, que corresponde al planteamiento del problema y la fundamentación teórica. Para ello, se da cuenta de los campos teóricos desde donde se abordan las categorías para, así, establecer sus posibles relaciones como un aporte a la enseñanza-aprendizaje del diseño.

La investigación inició con la revisión del marco teórico y del estado del arte de los principales procesos de diseño que se ven representados en la bitácora, como instrumento de registro durante la elaboración y desarrollo de un proyecto de diseño.

Para el desarrollo de la siguiente fase de la investigación, se propone una metodología de tipo exploratoria, dado que pretende indagar sobre las posibilidades de la bitácora de proyecto como un modo de representación externa de los modelos mentales en la enseñanza-aprendizaje del diseño, de tal manera que se constituya en un artefacto cognitivo.

Se plantea el uso de un método descriptivo que dé cuenta de los fenómenos observables en la bitácora a partir de la recolección sistemática de la información registrada en ella y que muestre los procesos cognitivos que se desarrollan durante la enseñanza-aprendizaje del diseño. En ese sentido, Hutchings, Kinzie y Kuh (2014) afirman que los trabajos de clase son la fuente con mayor validez y que de manera natural pueden dar cuenta de las evidencias del aprendizaje.

En consecuencia, para el diseño metodológico el equipo de investigadores propuso las siguientes acciones:

- Caracterizar los procesos proyectuales en diseño.
- Formular las variables observables de análisis.
- Construir y validar los indicadores de la evolución de los modelos mentales de los estudiantes y de sus procesos metacognitivos.
- Analizar en las bitácoras los textos, dibujos, bocetos y la información referida al proceso proyectual y de enseñanza-aprendizaje, y las posibles correlaciones entre los conceptos de diseño y las propuestas de los estudiantes, para descubrir las categorías emergentes en los procesos metacognitivos.
- Realizar entrevistas semiestructuradas a profesores de proyecto y estudiantes de nivel intermedio y avanzado, como parte de la triangulación que valide las inferencias hechas en la observación y el análisis de las bitácoras.

El estudio se realiza en el aula de clase, como contexto natural de los procesos de enseñanza-aprendizaje, a partir de un método de aprendizaje

basado en proyectos (Hutchings, Kinzie y Kuh, 2014), como una analogía de lo que suele ocurrir en la práctica de la disciplina. Esto, a su vez, se constituye en evidencias del aprendizaje y de los procesos metacognitivos de los estudiantes para la investigación.

Se realiza un registro fotográfico sistemático por cada sesión de revisión de la bitácora y de los diversos modos de representación empleados por los estudiantes, como bocetación, prototipado, simulación, entre otros. Asimismo, se lleva a cabo un registro audiovisual de los momentos de interacción entre los agentes del proceso formativo que son mediados por la bitácora.

Una vez recogida la información, se analizan las relaciones entre el desarrollo de las etapas del pensamiento diseñístico y los diversos modos de representación que se observan en la bitácora, para favorecer los procesos metacognitivos de los estudiantes, a partir de un enfoque hermenéutico. Este análisis se realiza a través de un instrumento de recopilación de datos, el cual incluye cuatro categorías: lo físico, que se refiere a los diversos sustratos empleados por los estudiantes; lo simbólico, que considera los diversos modos de representación empleados por los estudiantes y registrados en la bitácora; lo cognitivo, que implica las reflexiones que hace el estudiante en torno a su propio aprendizaje; y los procesos metacognitivos que emergen de la relación de las variables observadas.

Para este estudio se propone una aproximación principalmente cualitativa desde la observación e interpretación de las diversas representaciones externas como elementos simbólicos registrados en la bitácora, que den cuenta no tanto del proceso de diseño y desarrollo del producto, sino de la evolución de los modelos mentales como evidencia del aprendizaje, la elaboración de conceptos e hipótesis de diseño y las diversas formas de aproximación a la solución de problemas, propios del pensamiento diseñístico.

Una vez se consolide el análisis, esta investigación se puede ampliar a una población de otros programas académicos de diseño, dentro y fuera del país, lo cual complementaría la información obtenida en esta investigación.

## **La bitácora de diseño como artefacto cognitivo de aprendizaje**

Para comprender la bitácora de diseño como artefacto cognitivo, se partió de lo expuesto por Krippendorff (2007: 17), quien afirma que “cuando llamamos a algo un ‘artefacto’, no nos preocupa su materialidad o cómo funciona, sino su origen humano y buscamos historias para contar cómo, por quién y por qué se hizo algo”. De esta manera, resulta de interés estudiar la bitácora de diseño en tanto puede representar externamente los modelos mentales del estudiante y su evolución en el proceso de aprendizaje, lo cual se da a partir de las reflexiones que se registran en ella y de cómo el estudiante argumenta sus decisiones e ideas para refinar sus

modos de pensar en un proyecto de diseño, además de las posibilidades metacognitivas que la bitácora le permite.

Lo anterior se complementa con los aportes de la psicología cognitiva desde su enfoque histórico-cultural vigotskiano, donde se plantean tres niveles para describir a los artefactos como primarios, secundarios y terciarios y sus posibilidades de mediación (Cole, 1999). Estas categorías fueron precisadas al denominar a los artefactos como físicos, simbólicos y cognitivos (Visser, 2006), niveles que se pueden reconocer en la bitácora de diseño.

Ahora bien, aunque la bitácora en la actividad proyectual se ubica como artefacto físico, es importante precisar que este nivel no se refiere a ninguna técnica o tecnología en concreto, lo que hace que pueda tener diversos soportes que, en algunos casos han migrado hacia lo digital. Estos modos diversos en los que se manifiesta la bitácora como artefacto físico posibilitan la emergencia de los artefactos simbólicos que se representan interna y externamente en ella.

La bitácora de diseño, en tanto artefacto simbólico, se refiere al conjunto de signos, símbolos, significantes y significados que son registrados y representados típicamente por los estudiantes. Un artefacto simbólico comprende diversos modos de representación que, para el caso del diseño, suelen acudir a lenguajes verbales y no verbales, como son bocetos, diagramas, mapas mentales, infografías, entre otros (Hernández y Arenas, 2008).

Con los artefactos cognitivos se pueden visibilizar las maneras como piensa el estudiante durante su proceso de diseño, a partir de los diversos modos de externalización de las representaciones mentales, expresados en la bitácora. Al ser esta un artefacto de mediación del pensamiento (Cole, 1999; Krippendorff, 2007; Visser, 2006), hace visible parte de los procesos cognitivos del sujeto en relación con el proyecto que está abordando, muestra la coevolución de las relaciones entre problema y solución, describe su progreso en el tiempo y permite la gestión tanto del proyecto como del aprendizaje.

En consecuencia, los niveles físicos y simbólicos de la bitácora posibilitarían su uso como artefacto cognitivo y tendrían la capacidad de transformar los modelos mentales de quien aprende, ya que es la manipulación de las representaciones externas en diseño lo que le facilita al estudiante razonar sobre ellas, poner a prueba hipótesis, explorar alternativas y predecir las consecuencias de las nuevas ideas (Visser, 2006).

Así las cosas, la bitácora, en tanto artefacto cognitivo, permitiría procesos de pensamiento y reflexión con las representaciones mentales y las representaciones externas en un sistema complejo que articula lo que sucede en el aula de clase, los modelos conceptuales que plantean el profesor (Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016) y los otros participantes del curso y el contexto del aula en donde se desarrolla el proyecto de diseño. Como lo afirman Orrego, Tamayo y Ruiz (2016), se trata de un proceso inseparable de noesis y semiósisis, en donde el estudiante externaliza sus modelos mentales a través de la bitácora para pensar con ellos como una extensión de su mente, lo cual le permite elaborar y hacer reflexiones

consigo mismo y con los otros agentes del proceso de formación en diseño, para, así, internalizar y refinar los modelos mentales.

Para que el estudiante aprenda en profundidad (Sawyer, 2014), se requiere que internalice los modelos conceptuales que el entorno educativo le ofrece, integrándolos a sus modelos mentales a través de procesos metacognitivos en interacción con la bitácora, lo que requiere de “conocimiento, conciencia y control sobre los propios procesos de pensamiento” (Tamayo, Zona y Loaiza, 2014: 38).

Así, partiendo de los postulados de Tamayo, Zona y Loaiza (2014) sobre las dimensiones y procesos metacognitivos, se elabora una matriz para proponer la manera como la bitácora de diseño haría posible que el estudiante reflexione sobre su conocimiento, conciencia y regulación metacognitiva, lo que, en esta investigación, es llevado a los posibles elementos observables de la bitácora mediante la externalización de los modelos mentales de los estudiantes (véase Tabla 1).

Dimensión metacognitiva	Proceso metacognitivo	Descripción metacognitiva	Elementos observables en la bitácora de diseño
Conocimiento metacognitivo	Declarativo	Saber qué influye más o menos en el rendimiento como aprendiz.	Representaciones externas de las ideas en la bitácora de diseño (bocetos, diagramas, escritos, entre otros), que muestran los razonamientos y argumentos realizados por el estudiante.
	Procedimental	Saber cómo se hacen las cosas - heurísticas solución de problemas.	Cantidad y variedad de las representaciones externas de diseño presentes en la bitácora.
	Condicional	Saber por qué y cómo se usan los conocimientos declarativo y procedimental.	Evidencia de los conocimientos que subyacen a las alternativas registradas y los argumentos de las decisiones tomadas por los estudiantes en el proceso de diseño.
	Estratégico	Desplegar estrategias y saber hacer un análisis de la situación para conocer las estrategias más adecuadas.	
Conciencia metacognitiva	Finalidad de la tarea	Conocer el propósito de las actividades.	Verbos propositivos escritos que enuncia el estudiante en sus propuestas.
	Progreso personal	Hacer conciencia sobre su progreso, lo cual permite la autorregulación del pensamiento y de los procesos y productos del aprendizaje del estudiante.	Bocetos que se transforman y evolucionan en una idea. Comentarios escritos asociados a las revisiones que el estudiante hace de sus procesos.
Regulación metacognitiva	Planeación (antes de la tarea)	Seleccionar las estrategias apropiadas y localizar factores que afectan el rendimiento.	Registro gráfico de la búsqueda de múltiples caminos de solución al problema planteado.
	Monitoreo (durante la tarea)	Comprender y modificar la ejecución de la actividad. Por ejemplo, el estudiante realiza autoevaluaciones durante su aprendizaje.	Exploración del campo conceptual, lo que le permite al estudiante eliminar alternativas que juzga como ineficientes y reemplazarlas por otras que considera satisfacen la solución.
	Evaluación (después de la tarea)	Identificar la naturaleza de las acciones y decisiones tomadas por el aprendiz, quien evalúa los resultados de las estrategias seguidas en términos de eficacia.	Registros perceptibles de los diversos giros y enfoques que da al proyecto, sumado a las alternativas de formulación a un mismo problema. Registro de las estrategias que incorpora el estudiante a partir de los modelos conceptuales propuestos por el profesor en cuanto al pensamiento diseñístico y metacognitivo.

**Tabla 1.**

Matriz de dimensiones y procesos metacognitivos observables en la bitácora de diseño

Fuente: elaboración propia a partir de Tamayo, Zona y Loaiza (2014).

De esta manera, la bitácora en diseño como artefacto cognitivo de aprendizaje sirve no solo para el registro de un proyecto, sino como lugar de externalización de los modelos mentales de los estudiantes, lo cual da cuenta de la evolución de los mismos y de su pensamiento diseñístico mediante procesos metacognitivos.

Esta fase inicial de la investigación permitió formular los primeros elementos observables del pensamiento diseñístico en la bitácora a partir de las dimensiones y procesos metacognitivos, lo que permitiría al estudiante mediante ella darse cuenta de lo que entiende, así como

gestionar de manera autónoma sus acciones para alcanzar la comprensión de los procesos proyectuales que aún no comprende.

En consecuencia, la formulación de los elementos observables en la bitácora de diseño evidencia el potencial de usarla como artefacto cognitivo de enseñanza-aprendizaje para promover la metacognición en los procesos proyectuales, porque propone herramientas de análisis para generar estrategias centradas más en la formación de la mente de los estudiantes que en sus resultados finales, dado que el proyecto y sus productos son, en sí mismos, el método de enseñanza, no la finalidad.

Por lo tanto, el propósito del proceso de aprendizaje y su acompañamiento es la ampliación y reestructuración de los modelos mentales del estudiante, los cuales se pueden externalizar en la bitácora si se usa como un artefacto cognitivo.

## Referencias bibliográficas

- CARDELLA, M. E., ATMAN, C. J. y ADAMS, R. S. (2006). "Mapping between design activities and external representations for engineering student designers". *Design Studies*, 27, 5-24. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.05.001>
- COLE, M. (1999). *Psicología cultural: una disciplina del pasado y del futuro*. Madrid: Morata.
- CROSS, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. Londres: Springer.
- DORST, K. (2011). "The core of "design thinking" and its application". *Design Studies*, 32: 521-532. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.006>
- FLAVELL, J. H. (1979). "Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive– developmental inquiry". *American psychologist*, 34 (10): 906-911. <http://dx.doi.org/10.1037/0003006X.34.10.906>
- GELMEZ, K. y BAGLI, H. (2018). "Exploring the functions of reflective writing in the design studio: a study from the point of view of students". *Art, Design & Communication in Higher Education*, 17 (2): 177-197. [https://doi.org/10.1386/adch.17.2.177\\_1](https://doi.org/10.1386/adch.17.2.177_1)
- GOEL, V. (2014). "Creative brains: designing in the real world". *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00241>
- GONZÁLEZ, G. (1994). *Estudio de diseño. Sobre la construcción de ideas y su aplicación a la realidad*. Buenos Aires: Emece#.
- HERNÁNDEZ, E. y ARENAS, J. P. (2008, octubre). "El boceto como mediación para favorecer procesos de síntesis entre conceptos e imágenes en proyectos académicos de diseño. Herramientas de mediación cognitiva en diseño". En: *Memorias digitales del III Encuentro internacional de investigación en diseño. Diseño*. Cali: Universidad ICESI.
- HUBER, G. L. (2008). "Aprendizaje activo y metodologías educativas". *Revista en Educación* (número extraordinario): 59-81. Consultado en: <http://reforma.fen.uchile.cl/Papers/Active%20learning%20and%20methods%20of%20teaching%20-%20Huber.pdf>
- HUTCHINGS, P., KINZIE, J. y KUH, G. (2014). "Evidence of student learning. What counts and what matters for improvement". En: G. Kuh, et al. (eds.), *Using evidence of student learning to improve higher education*. Hoboken: John Wiley & Sons, pp. 27-50.

- JOHANSSON - SKÖLDBERG, U., WOODILLA, J. y ÇETINKAYA, M. (2013). "Design thinking: past, present and possible futures". *Creativity and innovation management*, 22 (2): 121-146. <https://doi.org/10.1111/caim.12023>
- KRESS, G. (2005). *El alfabetismo en la era de los nuevos medios de comunicación*. Archidona: Aljibe.
- KRIPPENDORFF, K. (2007). "An exploration of artificiality". *Artifact*, 1 (1): 17-22. <https://doi.org/10.1080/17493460600610848>
- LLOYD, P., LAWSON, B. y SCOTT, P. (1995). "Can concurrent verbalization reveal design cognition?" *Design Studies*, 16 (2): 237-259. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(94\)00011-2](https://doi.org/10.1016/0142-694X(94)00011-2)
- MARTÍ, E. (2003). *Representar el mundo externamente. La adquisición infantil de los sistemas externos de representación*. Madrid: A. Machado.
- ORREGO, M., TAMAYO, O. E. y RUIZ, F. J. (2016). *Unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias*. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.
- OXMAN, R. (1999). "Educating the designerly thinker". *Design Studies*, 20 (2): 105-122. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(98\)00029-5](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(98)00029-5)
- OXMAN, R. (2017). "Thinking difference: theories and models of parametric design thinking". *Design Studies*, 52: 4-39. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.06.001>
- SAWYER, R. K. (Ed.). (2014). *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Nueva York: Cambridge University Press.
- SCHÖN, D. (1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action*. Nueva York: Basic Books.
- TAMAYO, O. E. (2007). (2007). "La reflexión metacognitiva en el aprendizaje de conceptos científicos". *Novedades educativas*, 192-193: 106-112.
- TAMAYO, O. E., ZONA, J. R y LOAIZA, Y. E. (2014). *Pensamiento crítico en el aula de ciencias*. Manizales: Universidad de Caldas.
- VISSE, W. (2006). *The cognitive artifacts of designing*. Londres: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- WERTSCH, J. V. (1997). "La necesidad de la acción mediada en la investigación sociocultural". En: J. V. Wertsch, P. del Río y A. Álvarez (eds.), *La mente sociocultural: aproximaciones teóricas y aplicadas*. Madrid: Fundación Infancia y Aprendizaje, pp. 49-62.

## Notas

- 1 Este artículo presenta resultados parciales de la investigación La bitácora de proyecto como artefacto cognitivo para fortalecer la metacognición en procesos de formación de diseñadores, financiada por el Departamento de Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Colombia.
- 2 Este artículo fue presentado como ponencia en el 3er. Congreso Internacional de Investigación en Diseño (3CIDI) realizado en marzo de 2019 en Bogotá, Colombia