

Rúa-Machado, C.A., Álvarez-Gómez, M.C., & Rojas-López, M.D. (2024). Artefacto lean como sistema adaptativo en el aprendizaje de Gestión de Proyectos AEEO. IX ELAGEC2024. *Actas de congreso del IX Congreso Iberoamericano de Gestión y tecnología de la Construcción* (IX ELAGEC2024).

ARTEFACTO LEAN COMO SISTEMA ADAPTATIVO EN EL APRENDIZAJE DE GESTIÓN DE PROYECTOS AEEO

Carlos Andrés Rúa-Machado¹ – caruama@unal.edu.co

María Clara Gómez-Álvarez² – mcgomez@unal.edu.co

Miguel David Rojas-López³ – mdrojas@unal.edu.co

¹*Escuela de Construcción, Universidad Nacional de Colombia Medellín*

²*Dpto. Ciencias de la Computación y la Decisión, Universidad Nacional de Colombia Medellín*

³*Dpto. Ingeniería de la Organización, Universidad Nacional de Colombia Medellín*

RESUMEN

Los cambios actuales en AEEO (*Architecture, Engineering, Construction and Operations*) requieren innovaciones pedagógicas que no solo respondan a las necesidades tecnológicas, sino también fomenten un aprendizaje adaptativo crítico y socialmente sistémico. En Colombia el Catálogo de cualificaciones Sector Construcción señala desarticulación de criterios entre el sistema educativo y las necesidades de talento en el sector, situación que invita a explorar estrategias de enseñanza-aprendizaje que respondan a sus necesidades. El presente estudio introduce un artefacto SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer), bajo la hipótesis de que su uso, desde una perspectiva conectivista, permite un sistema adaptativo para el desarrollo de habilidades de gestión en proyectos AEEO. 87 estudiantes trabajan bajo un esquema de Equipos-Rol (EqR) creando redes de conocimiento a través de procesos del PMBOK® que se consolidan en un sistema de carga WBS (Work Breakdown Structure). Se utiliza la taxonomía SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcome*) y las dominancias de Benziger para correlacionar logros en los niveles *Relacional* y *Abstracto Ampliado*. Se presentan resultados de un grupo específico de los avances en el uso del artefacto. Se destaca su contribución en el relacionamiento e interacción sociotécnica, mejorando la capacidad de los estudiantes para conectar y vincular conocimiento a través de un flujo de valor interactivo en redes emergentes.

PALABRAS CLAVE

Conectivismo; Artefacto SIPOC, Aprendizaje adaptativo; Gestión de proyectos.

INTRODUCCIÓN

En un entorno en constante evolución, donde las demandas y expectativas laborales crecen cada día, la formación de profesionales altamente competentes se convierte en un requisito ineludible. Como principal tendencia, el sector AECO viene implementando gradualmente el uso de tecnologías de digitalización de información 4.0 como un dominio de conocimiento expansivo (Behan, A. et al., 2015) (Succar & Kassem, 2016) (Kozlovska et al., 2021) basado en flujos de datos e información cada vez más interdependiente, conectada y adaptable a la complejidad de los activos de proyecto (ICONTEC, 2021a). En este contexto, los procesos de gestión de proyecto estructurados y basado en flujo de valor son fundamentales para contribuir en la eficiencia de la gestión de la información durante el ciclo de vida de los proyectos (Faraji et al., 2022). Sin embargo, las investigaciones se enfocan en la interoperabilidad entre sistemas, flujos de trabajo e interacción digital, como variables de gran relevancia para avanzar en la optimización de la gestión, manejo y difusión colaborativa de información (Mesa et al., 2020) (Shehzad et al., 2021) (Hattab & Hamzeh, 2020), lo que plantea la necesidad de estudiar enfoques complementarios que soporten la digitalización desde la perspectiva de gestión de proyecto y estudios que permitan desarrollar modelos de enseñanza-aprendizaje que impulsen habilidades y dominios de desempeño para tal fin.

En el ámbito académico, la digitalización del sector también está transformando los mecanismos de formación de los estudiantes (Piña R. et al., 2017) (García et al., 2017) (Loyola et al., 2021), buscando redefinir los elementos clave de los enfoques didácticos y el uso de tecnologías que sitúen las prácticas de aprendizaje y su evaluación de una forma más contextual (Vargas-Hernández & Vargas-González, 2022) (Zhang et al., 2017). El presente trabajo destaca la importancia de estos retos, y presenta resultados parciales del proyecto de tesis doctoral “Modelo de enseñanza-aprendizaje para la interacción en formación Interdisciplinar de proyectos AECO”, cuyo objetivo se centra en un estudio interpretativo/cualitativo para estructurar escenarios de aprendizaje que contemplen la interacción como variable en el mejoramiento del flujo de valor en la comunicación interdisciplinar en gestión proyectos.

El documento presenta inicialmente un marco teórico para correlacionar el conectivismo con las practicas emergentes en el sector AECO a partir de nuevas tecnologías y cómo se conceptúa el flujo de valor mediante SIPOC como artefacto de aprendizaje. La metodología describe la operativización del artefacto como sistema adaptativo en el marco del modelo del proyecto de tesis doctoral, destacando su desarrollo en un escenario de aprendizaje basado en proyectos, también relaciona los 8 dominios de desempeño de la última versión de la guía PMBOK (Project Management Body of Knowledge) con los campos de trabajo del artefacto y se exponen sus propiedades potenciales para contribuir de forma adaptativa al logro de los resultados de aprendizaje. Los resultados se presentan en los niveles cualitativos de la taxonomía SOLO (*Relacional y Abstracto ampliado*) y su correlación con las dominancias de Benziger. Finalmente, se presentan las conclusiones y las aplicaciones futuras.

MARCO TEÓRICO

CONECTIVISMO COMO UNA ALTERNATIVA DE CAMBIO SISTÉMICO

La implementación de modelos pedagógicos que fomenten la interacción y el aprendizaje social en entornos educativos contemporáneos ha sido un tema de interés creciente en la literatura académica. En este contexto, el conectivismo surge como una corriente relevante para formación en la era de la digitalización (Dziubaniuk et al., 2023).

El uso de principios conectivistas en el diseño microcurricular y la incorporación de tecnología como herramienta de aprendizaje se destacan como estrategias efectivas (Thoma et al., 2023) (Al-Maawali, 2023) (Armatas et al., 2014). Sin embargo, es importante señalar que el conectivismo como teoría del aprendizaje ha sido criticado por sus limitaciones teóricas y la necesidad de pruebas y desarrollo adicionales (Clarà & Barberà, 2014) (Goldie, 2016), no obstante, para diversos autores el conectivismo ha demostrado el potencial para proporcionar un auténtico desarrollo profesional y oportunidades de colaboración para los docentes, así como para fomentar la participación de los estudiantes (Thoma et al., 2023) (Graham & Fredenberg, 2015) (Campos, 2012) (Dziubaniuk et al., 2023).

El debate sobre las teorías del aprendizaje es continuo y se identifican diversas posiciones sobre si estas pueden integrarse o no, sin embargo, una perspectiva multiparadigmática puede ayudar a crear prácticas de aprendizaje más efectivas (Ebo, 2018) (Bandonó & Sri Suharyo, 2021). La Figura 1, presenta esta noción, proponiendo el conectivismo como catalizador de una nueva educación adaptativa (Mantuano et al., 2021).

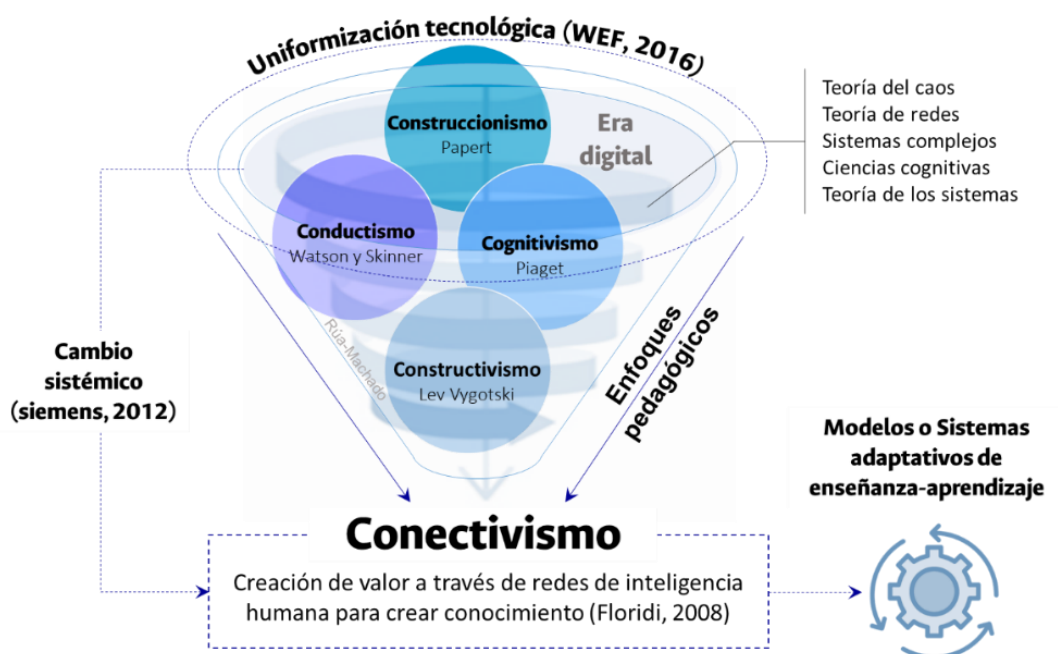


Figura 1. Visión holística del estudio. Construcción propia.

El conectivismo propone una línea de cambio sistémico y pensamiento integrativo (Siemens, 2012), donde enfoques pedagógicos como el conductismo, el construccionismo, el cognitivismo y el constructivismo pueden coexistir y ser articulados por este, ofreciendo oportunidades para replantear las características educativas de

formación profesional y su capacidad de autorregulación y adaptabilidad en la creación de valor a través de redes. (Floridi, 2008) (Perisco & Steffens, 2017) (De Martino, et al., 2022).

La apropiación de diversos instrumentos permite conectar el conocimiento a través de nodos de interacción social y digital (Castro Benavides et al., 2020), facilitando al estudiante la oportunidad de participar de forma activa en su proceso de aprendizaje y desarrollar metacognición (De Martino, et al., 2022). El liderazgo pedagógico del docente y su comprensión sobre la naturaleza compleja de los campos de desempeño profesional de los estudiantes juega un papel fundamental, ya que le otorga mejores criterios para configurar las propiedades del entorno de aprendizaje y situar al estudiante en la exploración de situaciones del mundo real (Biggs & Tang, 2011) (Muñoz V. et al., 2019), reflexionando de forma crítica a través de una didáctica y evaluación adaptada (Reinartz E. & González C., 2013) (Reinartz E. et al., 2023).

En el ámbito organizacional, el conectivismo puede entenderse como la conexión de conjuntos de información especializada, donde el aprendizaje y conocimiento de un proyecto ocurre en ambientes difusos y elementos centrales cambiantes (Irigoyen C. A. & Morales L., 2013), esta característica se asemeja a las dinámicas temporales de AECO. Según NTC-ISO 19650-2 (ICONTEC, 2021b), la gestión digital de proyectos sugiere dinámicas de interacción en red que se superponen conceptualmente, creando una cadena de valor entre partes y equipos. La Figura 2, muestra una red jerárquica con un nodo central (A), nodos secundarios (B), y periféricos (C) interconectados.

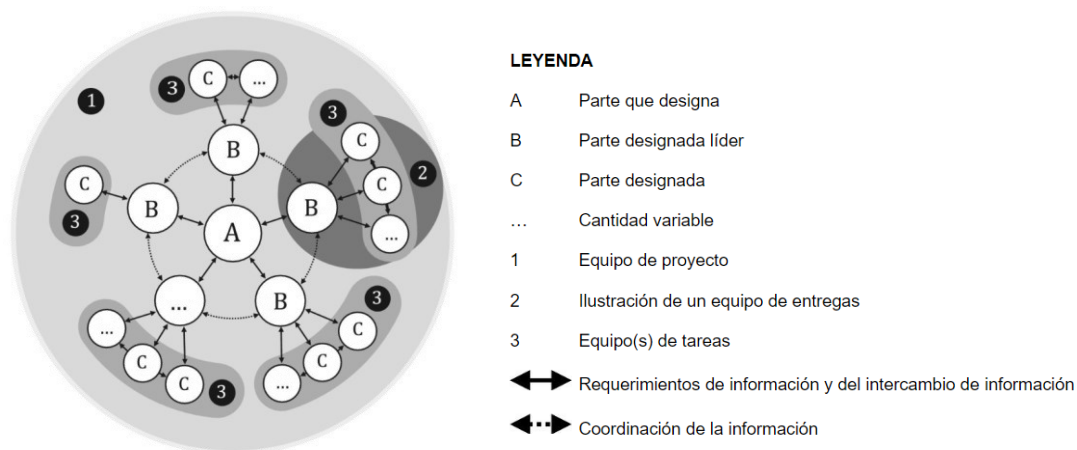


Figura 2. Interfaces entre partes y equipos. Fuente: (ICONTEC, 2021b).

Desde la óptica del conectivismo, este esquema refleja la idea de un sistema de proyecto complejo, donde el conocimiento del proyecto se desarrolla por interacciones entre partes especializadas (B) y (C), confluyendo hacia un nodo central (A). Esto sugiere sistemas de pensamiento interdependientes, con herramientas de gestión integradoras, que pueden ser redefinidas como dispositivos sociotécnicos (Chiapello & Gilbert, 2013). Esta perspectiva relaciona la tecnología en si misma (como software, hardware y sistemas) con las prácticas, normas y estructuras organizacionales que las definen, lo que permite auscultar enfoques de enseñanza-aprendizaje que contribuyan a una mejor comprensión

de la complejidad en proyectos. Diferentes estudios (Cicmil et al., 2009; Cooke-Davies et al., 2011) señalan que no existe una teoría única que permita comprender de forma simplificada estas cadenas de valor en la gestión de proyectos y del mismo modo los enfoques pedagógicos (Mantuano et al., 2021). Al experimentar dinámicas adaptativas y emergentes (PMI, 2016) la gestión de la construcción, así como la formación de profesionales que confluyen en ella, requieren la incorporación de conceptos holísticos como las ciencias de la complejidad. Estas, son un campo creciente y aceptado para la comprensión sistémica de las organizaciones (Battram, 2001) (Morin, 1990).

Es importante indicar que en el marco de la gestión de proyectos este tipo de interacciones pueden enmarcarse en dos dimensiones: la primera definida como *Gestión del Producto* y la segunda definida como *Gestión del Proyecto* (Jain, 2021) (Faraji et al., 2022). En el marco del presente estudio, la *Gestión del Producto* se comprende como un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas integradas que permiten el despliegue metodológico de entregables (PMI, 2017). Un ejemplo de ello lo propone ISO 19650-2 (ICONTEC, 2021b) para la gestión de información usando BIM (*Building Information Modeling*), ya sea para el modelado de la información en cada una de sus dimensiones o para la gestión del proyecto. La *Gestión del Proyecto* se contempla como el pensamiento sistémico que permite el desarrollo del producto mediante principios y dominios de desempeño (PMI, 2021), los cuales guían las interacciones (redes, sistemas de acción, sistemas de actividad y sistemas de signos) (Chiapello & Gilbert, 2013) a través de procesos interdependientes. Un ejemplo de ello es *Realizar el control integrado de cambios* (PMI, 2017) que incide en variables como alcance, tiempo y costo, trascendiendo en múltiples procesos interconectados (PMI, 2017, p. 114), lo que demanda habilidades que articulen apropiadamente estas interconexiones entre procesos.

El conectivismo destaca la interdependencia, la X y la relevancia de las conexiones y redes. Varios estudios subrayan estos aspectos en la gestión de proyectos AECO y la necesidad de adaptabilidad, personalización, colaboración social, visión compartida y evaluación continua (Herrera et al., 2020) (Faraji et al., 2022). Su relación con los principios del conectivismo puede explicarse a través de la cibernética, ya que esta enfatiza la importancia de la retroalimentación y el control de comunicación entre componentes dentro de un sistema (Bertalanffy, 1968) (Rocha G. & Febres, 2017), lo que hace relevante considerarlo en la exploración de nuevas líneas pedagógicas.

SIPOC: ARTEFACTO LEAN Y MEDIO DE APRENDIZAJE

SIPOC es una herramienta utilizada para analizar la cadena de valor en un proceso que va desde el Proveedor (*Supplier*), pasando por las Entradas (*Inputs*), Proceso (*Process*), Salidas (*Outputs*), hasta el Cliente (*Customer*). Ofrece una solución tabular simple, ágil y de rápido desarrollo (Brown, 2018) (O'Connor & Swain, 2013).

Las investigaciones ponen de relieve su uso en la mejora de procesos en diversos campos, como el clínico (Mededović et al., 2022), el E-Commerce (Zhang et al., 2022), cadena de abastecimiento (De Souza et al., 2021) e Instituciones de educación Superior IES (Yeung, 2010), entre otros. CIRIA (Construction Industry Research and Information Association), la define como una herramienta lean, clasificándola como *Procesos de Gestión* aplicable en todo el ciclo de vida (factibilidad, diseño, movilización, construcción, entrega y mantenimiento) junto con herramientas como: Mapa de flujo de actividades, Mapa de

carriles y el Mapeo y análisis de la cadena de valor (VSM por sus siglas en inglés) (O'Connor & Swain, 2013).

La Figura 3, destaca aplicaciones de SIPOC identificadas en instituciones de educación superior (IES), donde su implementación se enfoca en cuatro aspectos: *Intercambio institucional* (n=1), *Mejora de la calidad educativa* (n=7), *Mejora de los procesos educativos* (n=4) y *Alineamiento curricular* (n=3). Algunos casos mencionan SIPOC como recurso o medio de trabajo en prácticas de aprendizaje (Saad & Elgamal, 2003) (Schmal et al., 2016) (Hadek et al., 2019), sin embargo, no amplían elementos valiosos como su filosofía (Por qué), su metodología (Qué) y herramientas y técnicas (Cómo), fundamentales en el desarrollo de criterios para concatenar su uso a la complejidad de un proyecto, su reflexión epistemológica y la comprensión de su mediación en el de sistemas de signos para su traducción como herramienta de gestión (Callon, 1999) de tal manera que le dé sentido contextual más allá de su aplicación como herramienta técnica.

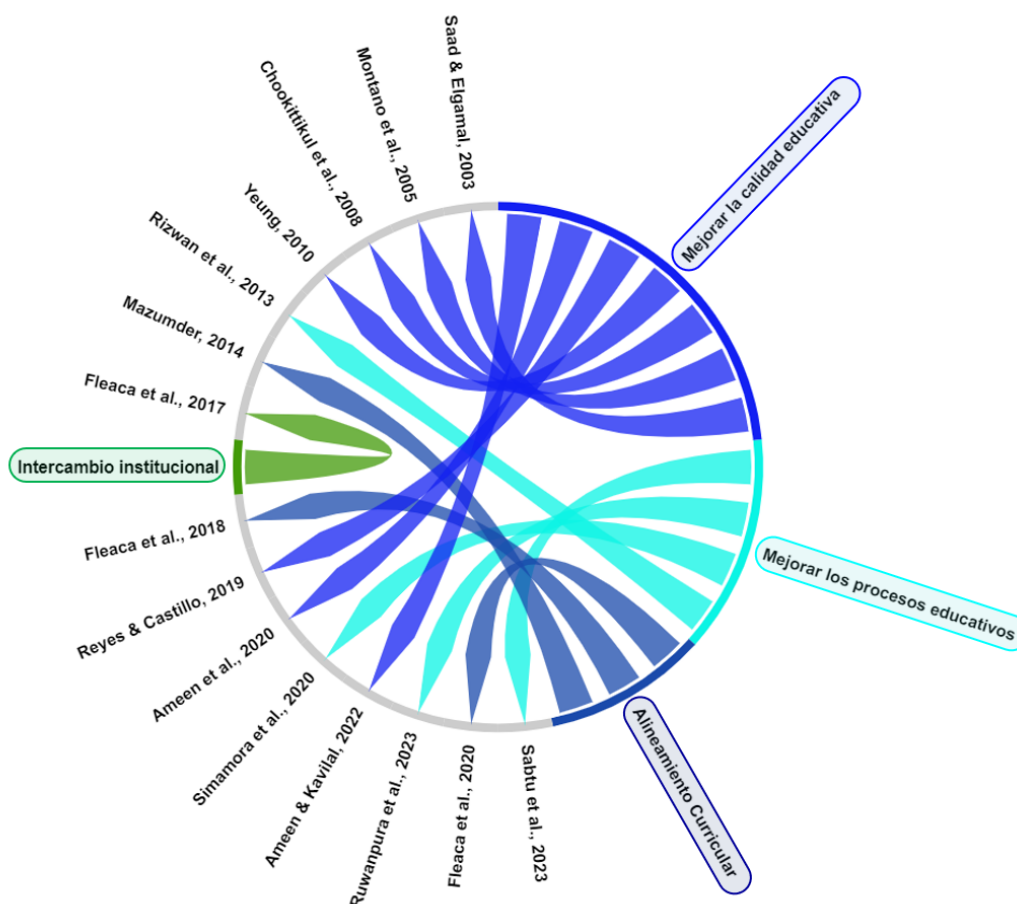


Figura 3. Aplicaciones SIPOC en IES. Construcción propia.

La hipótesis de que SIPOC favorece el desarrollo adaptativo de capacidades de interacción y promueve el aprendizaje interdependiente, radica justamente en su enfoque de encadenamiento y principios lean implícitos (Mededović et al., 2022). Su uso en el mejoramiento de procesos y ambientes organizacionales no es nuevo; sin embargo, su aplicación específica procesos de enseñanza-aprendizaje en AECO es escasa, principalmente desde el enfoque conectivista que plantea este estudio y su orientación para desarrollar dominios de desempeño basados en el PMBOK (PMI, 2021).

SIPOC no solo actúa como un artefacto que puede ser eficiente en el alineamiento de procesos, sino también como un valioso medio de aprendizaje y conocimiento organizacional. Para (Turulja & Bajgorić, 2018), el conocimiento es reconocido como un recurso crítico en las organizaciones y su integración colectiva; a través de documentos, datos y sistemas, es un determinante clave del rendimiento. Este conocimiento es consolidado por atributos organizacionales que facilitan el aprendizaje como la experimentación, tolerancia a la ambigüedad, grado de interacción, y dialogo retroactivo (Chiva et al., 2007); aspectos que son extrapolables al escenario educativo mediante una estrategia de aprendizaje basada en proyectos (PjBL por las siglas en inglés).

La Figura 4, presenta el marco teórico empleado para el estudio, donde se busca activar coreografías entre *Proveedor* y *Cliente* cruzando interacciones en red que promuevan un esfuerzo combinado, complementario e interdependiente en la producción de conocimiento para cada proceso. Los literales (a), (b), (c), (d) y (e) refieren principios lean implícitos, donde (b) juega un papel fundamental por la condición de acuerdo entre las partes y sobre cómo se optimiza, se mejora y se agrega valor en la interacción (coreografía) que define el proceso.

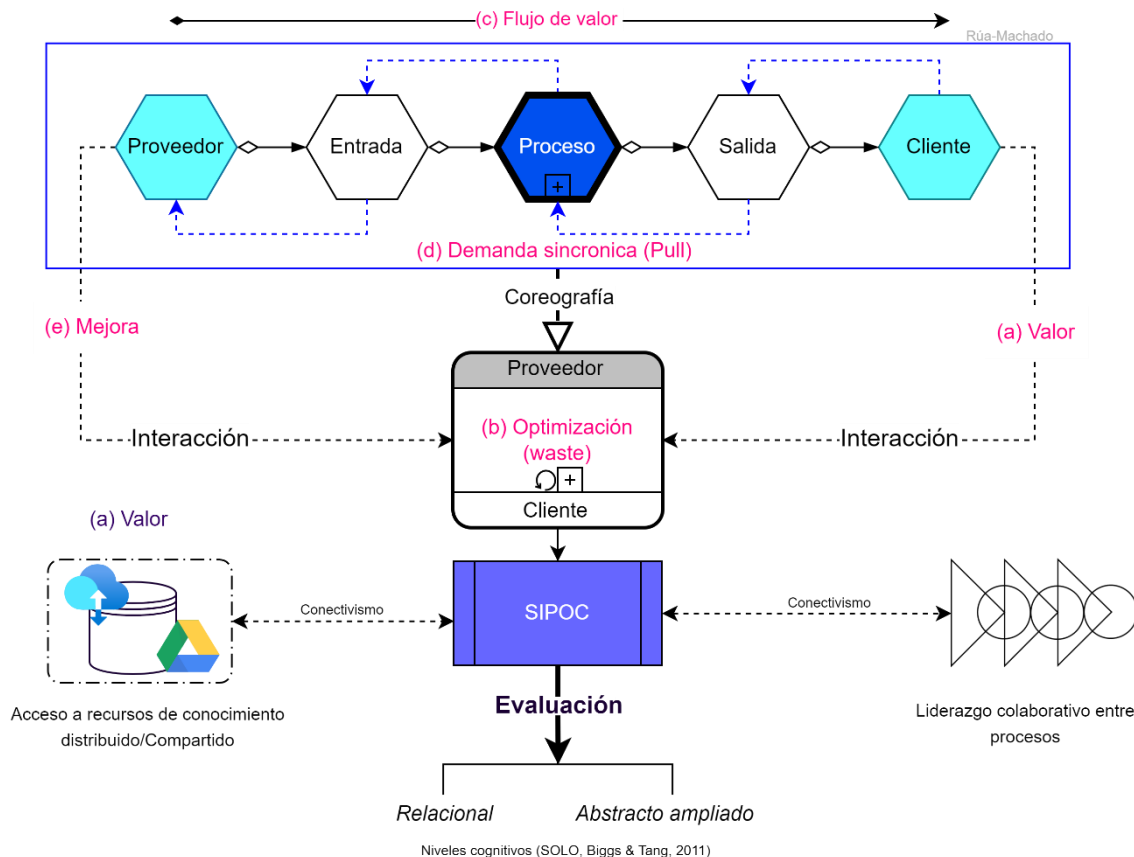


Figura 4. Marco teórico empleado. Construcción propia.

Las interacciones no se limitan al flujo de valor entre dos actores en particular; ya que al abordar procesos del PMBOK (PMI, 2017), la interdependencia y la bidireccionalidad, son comunes. Este tipo de procesos presentan una fuerte relación de mutua dependencia y una constante retroalimentación en red (Lobos et al., 2018), lo que deriva en interacciones emergentes. El artefacto, puede brindar un medio de agenciamiento

adaptativo que facilita la comprensión sobre cómo se concatenan procesos, sistemas humanos y no humanos e información más allá de su uso tradicional como mapeo de derecha a izquierda (O'Connor & Swain, 2013). El concepto de agenciamiento se refiere a la capacidad para actuar y contribuir a generar situaciones o acontecimientos en red (Garrety, 2014) (Larrión, 2018). En el ámbito de la enseñanza-aprendizaje se puede entender como la capacidad de transformación mutua entre estudiantes, docente y medios (artefactos, tecnologías, etc.) que posibilita la comprensión de los ensambles, sus limitaciones en la construcción de conocimiento interdependiente (Candela et al., 2020).

El flujo de valor permite regular de las propiedades del escenario de aprendizaje, autoorganizando las interacciones y redes de información que se vinculan gradualmente. También permite la observación evolutiva del proceso de enseñanza-aprendizaje al involucrar perspectivas transversales como la correlación de dominancias (Benziger, 2005, 2013) (Ilieva-Koleva, 2017), como insumos para desarrollar nuevas hipótesis y fusionar procesos de investigación (Torday, 2022).

Los productos del artefacto son entrada (Diccionario WBS) para establecer el alcance de gestión del proyecto, reflejando características subyacentes del conectivismo, (Campos, 2012). Su evaluación se realiza en dos momentos, tomando como base los niveles cognitivos *Relacional* y *Abstracto* ampliado de la taxonomía SOLO (Biggs & Tang, 2011). La taxonomía SOLO es un sistema de clasificación cualitativa diseñado para evaluar la calidad de una respuesta durante un proceso de formación (Huerta Palau, 1999) (Decker et al., 2019), lo que permite brindar al estudiante control sobre su propio aprendizaje, especialmente en la fase cualitativa. La tabla 1, contextualiza los criterios de observación basados en esta taxonomía.

Tabla 1. Descriptores de observación definidos en el estudio. Construcción propia.

Agrupación (Biggs & Tang, 2011)	Verbo	Descriptor ("se espera que los estudiantes logren:")	Aprendizaje superficial	Aprendizaje profundo
Preestructural	Reconocer	Reconocer el concepto de Gestión Integrada de Proyectos. No saben asociar con claridad el concepto a su perfil profesional, ni situarlo dentro de un ciclo de vida	*	
Uniestructural	Interpretar	Interpretar la gestión de proyectos a través de lentes teóricas o principios derivados de la teoría general de la administración o literatura especializada como estándares y normas aplicables.	*	
Multiestructural	Aplicar	Aplicar los conceptos siguiendo directrices, como ISO 19650, ISO 9001 o procesos de gestión (PMBOK®, 2017) a situaciones específicas del sector.	*	
Relacional	Analizar	Analizar , estableciendo conexiones y redes de trabajo, el flujo de valor de procesos, su interdependencia (SIPOC) y carga en un sistema de conocimiento (WBS).		**
Abstracto ampliado	Diseñar	Diseñar soluciones de intervención a las restricciones sociotécnicas identificadas, creando procesos (SIPOC) basados en la interacción y su contexto integrado (WBS).		**
* Fase cuantitativa ** Fase cualitativa				

El enfoque se fundamenta en las investigaciones de Biggs y Tang en procesos de aprendizaje, yendo más allá de los trabajos de Anderson and Krathwohl's y Bloom (Biggs & Tang, 2011).

Los niveles *Preestructural* a *Multiestructural* son evaluados en momentos previos al desarrollo de SIPOC, por lo que no son objeto de análisis en el presente estudio. Particularmente nos enfocamos en comprender los aspectos cualitativos del aprendizaje profundo de SOLO (Carlino, 2021) y cómo el artefacto SIPOC promueve el alineamiento en el intercambio de información entre estudiantes y medios técnicos (computación móvil y en nube), igualmente, su potencial como plataforma para lograr abstracciones más complejas como lo plantean los dominios de desempeño del PMBOK® (PMI, 2021).

METODOLOGÍA

El presente trabajo expone un producto (artefacto SIPOC) componente de un estudio más amplio enmarcado en una tesis doctoral. Esta se desarrolla con un enfoque interpretativo/cualitativo (Della Porta & Keating, 2018) que prioriza los hechos de la interacción entre estudiantes en un modelo de enseñanza-aprendizaje asociado a procesos de gestión de proyecto en una asignatura de pregrado. La metodología explora un sistema delimitado (estudio de caso) (Creswell, 2013), mediante la recolección detallada y en profundidad de datos que involucran múltiples fuentes de información (notas de campo, artefactos físicos, entregables digitales registros de entrevistas y encuestas), donde se opta por identificar mecanismos causales que permitan establecer coeficientes de regresión. El estudio, independiente de su contexto particular, aporta elementos significativos sobre las dinámicas subyacentes de los educandos y su entorno curricular que no pueden ser generalizados, pero que ofrecen un significado con argumentos de valor para los cambios de reforma mesocurricular que demanda el programa de formación AECO en el que está anidado el estudio.

La estructuración y operativización del artefacto SIPOC se da en un escenario de aprendizaje basado en proyectos (PjBL por sus siglas en inglés). El PjBL es un modelo que integra proyectos del mundo real para mejorar las experiencias sociales, centrándose en el pensamiento crítico y sistémico (Krajcik y Blumenfeld, 2005) (Ferro et al., 2018) (Zúñiga et al., 2021), además con un vínculo potencial con el conectivismo en la construcción de conocimiento en red (Chávez Suárez, 2023).

La figura 5, presenta el contexto operativo, donde los Equipos-Rol toman parte de forma adaptativa, según el proceso que ejecutan y las redes emergentes que se crean para desarrollar el mismo. Como ejemplo, se representa el proceso *Realizar el control integrado de cambios*, en un campo de intervención como la gestión de adquisiciones. Sus interacciones son emergentes a partir del desarrollo de información que es guiado por el estándar de proyectos PMBOK®.

Los grupos se organizan en roles representativos en un proyecto AECO configurando, responsabilidades, alcances y demás aspectos organizacionales de la gestión de proyectos que no se detallan aquí. El desarrollo de este esquema de trabajo ocupa 8 semanas de 16 por semestre.

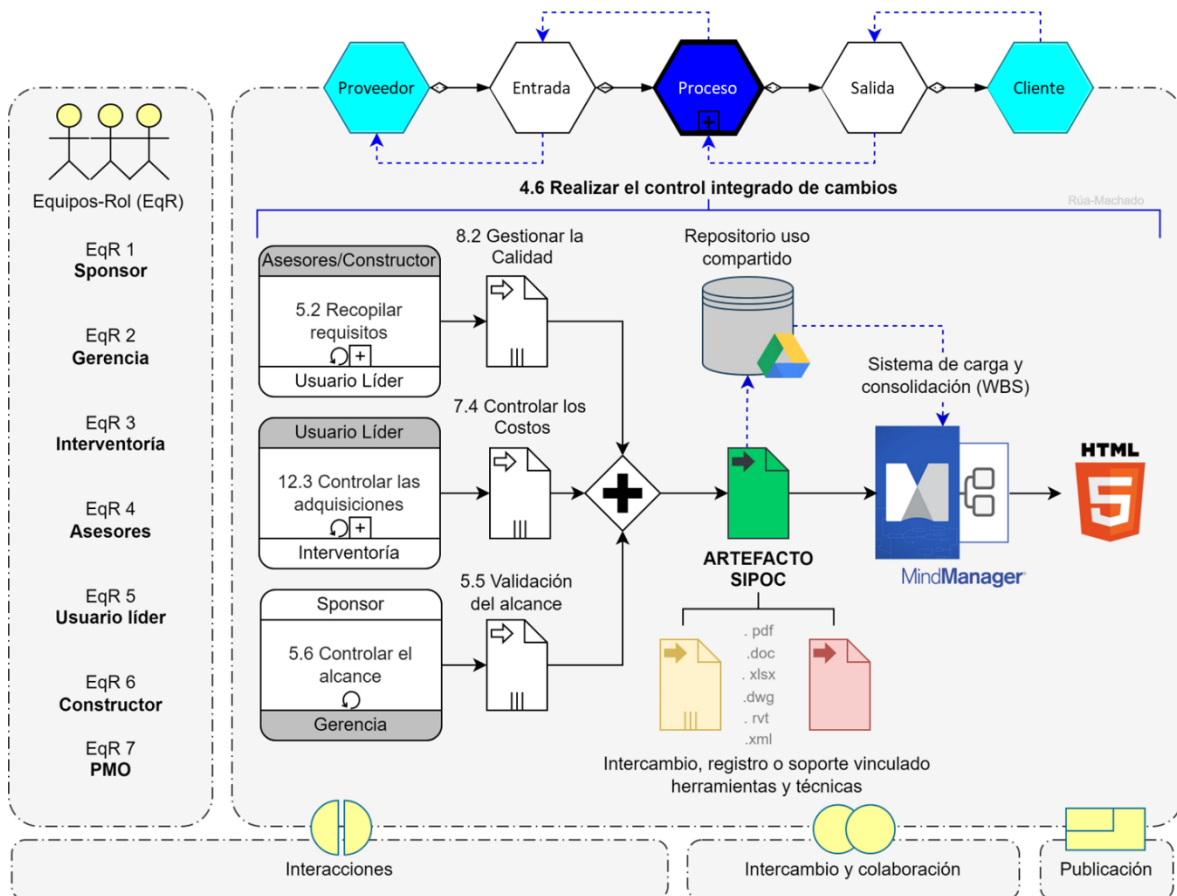


Figura 5. Modelo de operativo de interacciones. Construcción propia.

En el marco del proyecto de tesis doctoral se han estudiado modelos de interacción para trazar líneas de trabajo que permitan explorar alternativas de enseñanza-aprendizaje en gestión de proyectos AECO (Rua-Machado et al., 2022) (Rúa-Machado et al., 2024). Esta exploración ha permitido, en los dos últimos años, configurar gradualmente las propiedades del escenario de aprendizaje, ajustando el artefacto y otras herramientas a un alineamiento constructivo (Biggs, 1996) (Biggs & Tang, 2011) más adecuado.

Dado que el proceso está centrado en la gestión del trabajo del proyecto (no producto), los estudiantes acceden a recursos distribuidos en un repositorio en DRIVE, donde colaboran a partir de documentación técnica disponible como modelos 3D, cronogramas, presupuestos, contratos, especificaciones, etc. Teniendo como referencia esta información, los estudiantes interactúan para definir gradualmente, a través del artefacto SIPOC, respuestas que integran múltiples dominios de desempeño. Estos elementos, al ser conjugados en el artefacto SIPOC, habilitan el pensamiento crítico y sistémico integrado (Ver Tabla 2), aportando al estudiante un medio para desarrollar un agenciamiento sistémico y una cognición abstracto-ampliada como base para su desempeño y posicionamiento profesional aplicando herramientas y técnicas de gestión de proyectos.

Tabla 2. Descripción de los componentes del artefacto SIPOC. Construcción propia.

Componente del artefacto SIPOC empleado (Fig. 6)	Descripción operativa	Referencia
Flujo de Valor*	Identificación de los actores que inciden en el proceso (<i>Inputs/Outputs</i>) y con los cuales crean su red de actuación en función del cliente (Customer) (Fig. 4). El cliente no se limita a un solo actor.	(Parv et al., 2019)
BPM-N (diagrama de proceso)	Representación del proceso en notación estándar BPM (Business Process Management). Mejora la gestión visual y objetividad compartida. Permite normalizar el flujo de trabajo.	(Mayer-Rechnitz & Hitpass, 2018)
Criterios de aceptación	Retroacción para mejorar el proceso de acuerdo (comunicación) con relación a capacidades identificadas, modo y medios de resolución. Deriva en una matriz de requisitos de gestión orientada al desarrollo del producto.	(Khanyile et al., 2019)
Métricas de gestión	Consenso para la medición de eficiencia, eficacia y/o efectividad del proceso y sus adyacencias (Procesos interdependientes).	(Carneiro et al., 2017)
Riesgos asociados	Activa el manejo de la incertidumbre y riesgos derivados del agenciamiento en la gestión de la información, tanto en el repositorio, como la interpretación de entradas y salidas que mitiguen impactos en el desarrollo de procesos.	(Nshirim & Nwagwu, 2018)

*Responde a preguntas: ¿Quién provee cada entrada?, ¿Qué recursos se deben alimentar para habilitar el proceso?, ¿Como se realiza la actividad, tiene procedimientos estandarizados, fichas o guías?, ¿Cuáles son las salidas?, ¿Quién es el consumidor de cada salida?

Las interacciones tienen un grado de correspondencia con los flujos de datos e información que expone la guía PMBOK en sus procesos (PMI, 2017), sin embargo, la naturaleza de estas interacciones y por consiguiente los productos de información y datos, están influenciadas por el contexto, las dominancias de cada actor. Este tipo de situaciones contribuye al cumplimiento de los objetivos educativos y favorece habilidades para escenarios donde el intercambio de información es un factor crítico de éxito, especialmente desde el comportamiento humano y la cultura organizacional (Construction Industry Institute, 2013).

La concepción del artefacto se establece bajo los principios de optimización del Lean Manufacturing (Sedelnikova, 2023) agrupando los componentes descritos en la tabla 2. La figura 6, presenta la estructura del artefacto. Esta estructura permite usar el artefacto como un diccionario de WBS, dinamizando sus propiedades conectivistas, ya que los archivos usados son interoperables con el sistema de carga MindManager, además, su diseño comporta la activación de los dominios de desempeño de proyecto (PMI, 2021).

A través del software MindManager se asiste la carga de archivos SIPOC, permite vínculos e hipervínculos y alcanzando un sistema de información conectada y adaptativa que ayuda al estudiante comprender y manejar, bajo el concepto de WBS, qué es un sistema de información de alcance de proyecto y cómo posicionarse para coordinar e intercambiar información conformada por contenedores o paquetes de trabajo, bien sean de gestión del trabajo de proyecto o de producto como lo pueden ser archivos con otro tipo de extensiones a través de DRIVE.

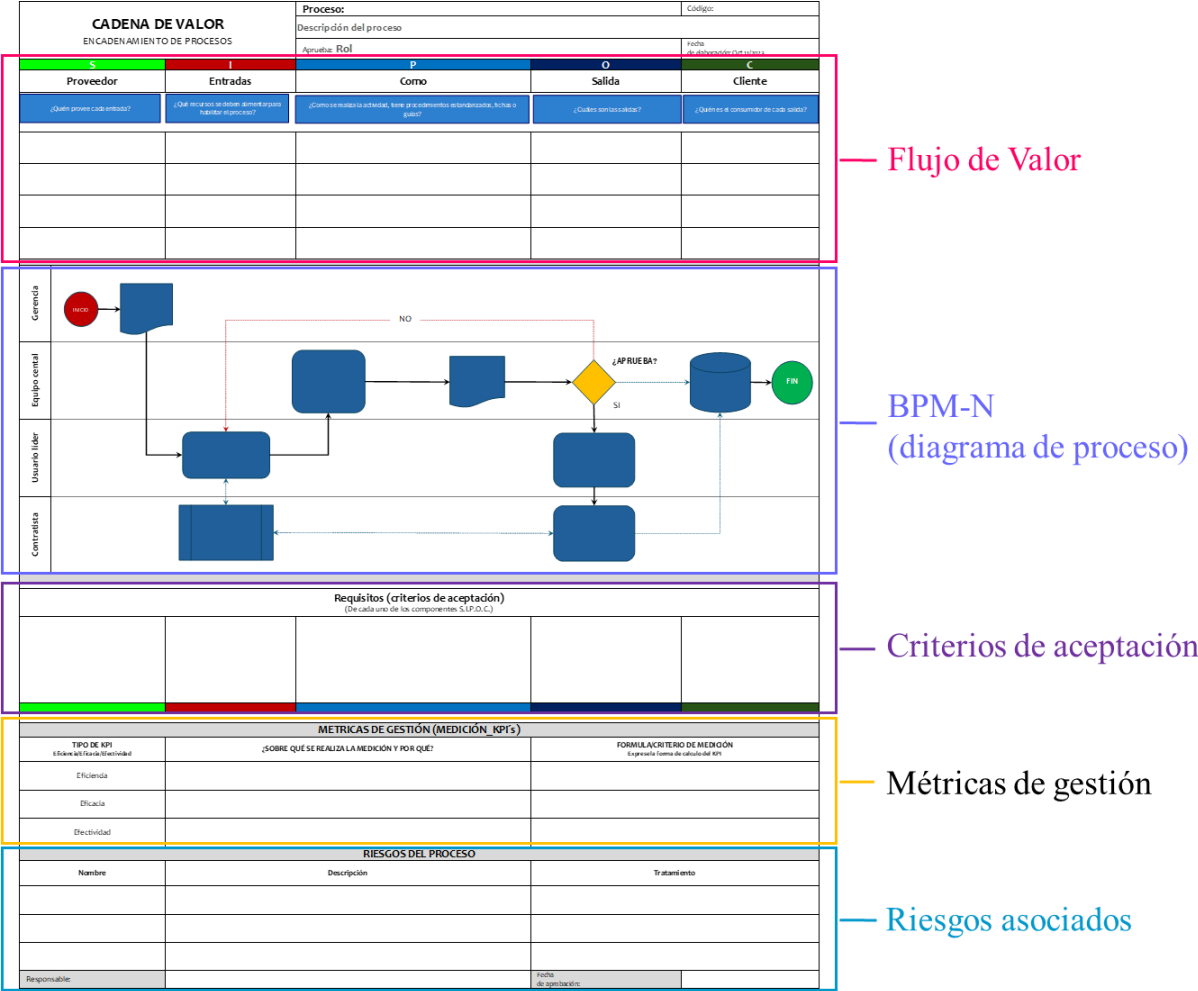


Figura 6. Modelo del artefacto empleado. Construcción propia.

Esta estructura promueve la apropiación de múltiples recursos en línea a través de vínculos y hojas de cálculo dentro el mismo archivo, donde se dan respuestas integradas que están soportadas por herramientas y/o técnicas que el mismo estándar del PMBOK ofrece. La validación del artefacto y su propósito es parte integral del proyecto de tesis, por lo que los resultados de ésta no se presentan en este documento.

El artefacto, al integrar aspectos asociados a cada uno de los dominios de desempeño del PMBOK® (Tabla 3), ofrece una dimensión antes no tratada en la literatura, por lo que articula variables de desempeño y logro relevantes para el aprendizaje. Se destaca su relevancia en dominios de desempeño como: *Equipo*, *Planificación*, *Trabajo de proyecto* e *Incertidumbre*, entendiendo este último dominio como una condición singular que parte del modelo de realidad que elabora cada actor (Battram, 2001, p. 232) (Manucci, 2010, p. 15), aspecto clave en la comprensión profunda del estudiante (Biggs & Tang, 2011).

Tabla 3. Relación componentes del artefacto y los dominios de desempeño.
Construcción propia.

Componente del artefacto SIPOC empleado (Fig. 6)	Dominio de desempeño (PMI, 2021)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Valor	*	*		*	*	*	*	*
BPM-N (diagrama de proceso)	*	*	*	*	*	*		*
Criterios de aceptación	*	*		*	*	*		*
Métricas de gestión		*		*	*		*	*
Riesgos asociados	*	*		*	*		*	*
1. Interesados				5. Trabajo de proyecto				
2. Equipo								6. Entrega
3. Enfoque de desarrollo y ciclo de vida								7. Medición
4. Planificación								8. Incertidumbre

En el marco de la tesis se realiza la prueba psicométrica BTSA (Benziger Thinking Styles Assessment). Esta prueba posibilita la comprensión y mejora de la eficacia de las actividades educativas a partir los estilos cognitivos de los estudiantes y su conexión con el conocimiento y la personalidad (Permiakova, 2019). Algunos estudios, (Benziger, 2005, 2013) (Wright et al., 2012) (Davis et al., 2011) (Ilieva-Koleva, 2017) (Kim, et al., 2021), aportan enfoques sobre inteligencias múltiples, estilos de pensamiento o dominancias, como es el caso de los estudios de Katherine Benziger (Benziger, 2005, 2013), los cuales son considerados en el presente estudio como aproximación a la naturaleza del comportamiento humano.

Estas dominancias se describen el comportamiento en cuatro modos: Modo Frontal Derecho (FD) *Visionario*, Modo Basal Derecho (BD) *Empático*, Modo Basal Izquierdo (BI) *Analítico* y Modo Frontal Izquierdo (FI) *Lógico-matemático*.

Su propósito es explorar la hipótesis: “*La identificación de dominancias mediante el test BTSA puede revelar patrones relevantes en la manera en que los estudiantes interactúan dentro de entornos de aprendizaje colaborativo, facilitando la identificación de variables que contribuyan en la optimización de métodos pedagógicos basados en proyectos PjBL*”. Esto enriquece la abducción en el proceso de investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados preliminares sugieren que la implementación del artefacto SIPOC, como herramienta con un enfoque lean, mejora significativamente la interacción sociotécnica bajo una concepción conectivista, sin embargo, su uso requiere un diseño instruccional cuidadoso que facilite el proceso de enseñanza-aprendizaje entorno a los resultados de aprendizaje y la forma en que se observa su desarrollo. Este diseño instruccional no se explica en este documento, sin embargo, puede ampliarse en (Rúa-Machado et al., 2024).

Los grupos experimentales evaluados (semestre 2022-2s a 2023-2s) de la asignatura *Gestión Integrada de Proyectos*, respondieron con una mayor capacidad para elaborar redes de trabajo, destacándose aquellos con dominancias basales derecho para conectar y aplicar conocimiento distribuido. Se presentan resultados documentados del semestre 2023-2s con una población de 18 estudiantes.

Los datos de la población completa (n=87) hacen parte de la publicación principal del proyecto de tesis. Estos datos son analizados desde varias técnicas para buscar una mejor comprensión del proceso de aprendizaje. Entre las técnicas se destaca el uso de clasificación supervisada no paramétrica (kNN) para confirmar patrones de comportamiento y desempeño identificados en las observaciones de campo. El estudio de tesis contempla, no solo el uso del artefacto SIPOC, sino también el uso de otras herramientas, como el mismo software MindManager, DSMMatriz y medios de computación en la nube para validar el modelo.

Las Figuras 8 y 9, presentan comparativamente esta condición. Para los subgrupos de control (Ver Figura 8), se destaca el desempeño de estudiantes basales (E3 -E17) en los dos niveles *Relacional* y *Abstracto ampliado* de SOLO. Pese a que la muestra es muy pequeña (Tabla 4) la dominancia BD (Basal derecho) presenta buen desempeño en actividades relacionales y en la producción coordinada de entregables en el sistema de carga WBS (MindManager), lo que ofrece evidencia que este desempeño podría estar relacionado con las habilidades naturales de la dominancia del Modo BD (Benziger, 2013).

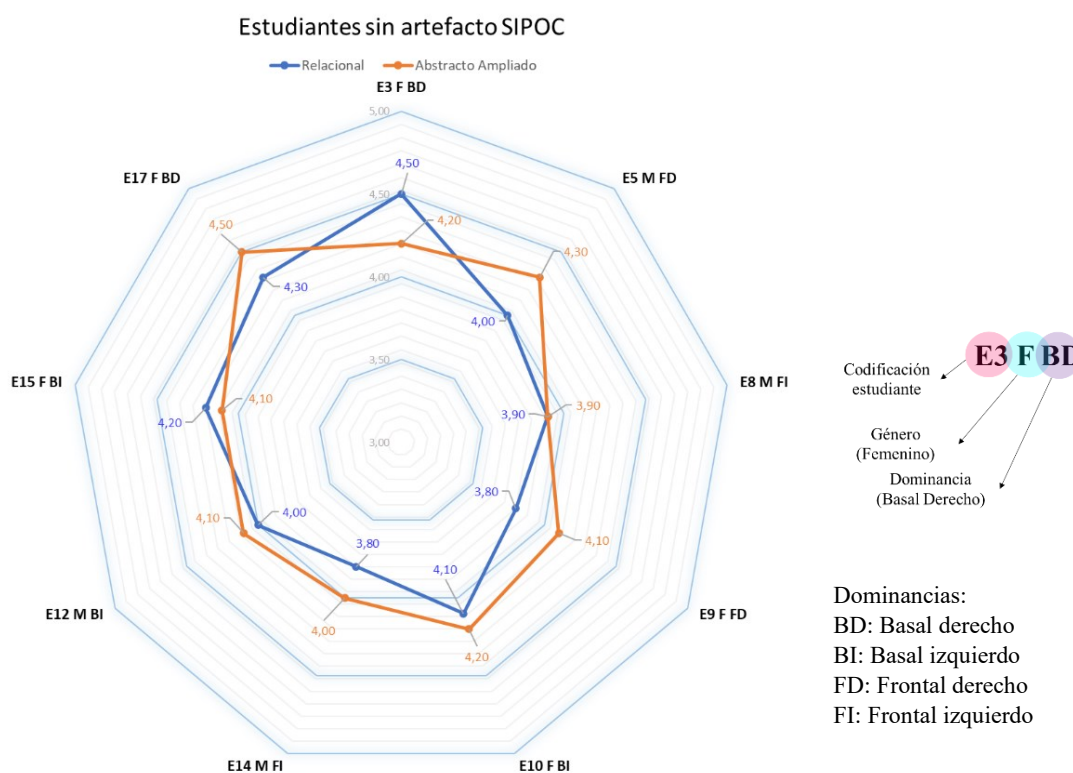


Figura 8. Desempeño *Relacional* y *Abstracto ampliado* sin SIPOC. Construcción propia.

Tabla 4. Distribución dominancias sin uso de SIPOC. Construcción propia.

	Frontal derecho	Basal derecho	Frontal Izquierdo	Basal Izquierdo
Masculino (n= 4)	1	-	2	1
Femenino (n= 5)	1	2	-	2
	2	2	2	3

Para el grupo experimental (Figura 9) se observan niveles *Relacional* y *Abstracto ampliado* con respuestas más estructuradas y soportadas por técnicas interdependientes, lo que marca que SIPOC puede ser muy relevante en las dinámicas conectivistas y relacionales en el aprendizaje cooperativo.

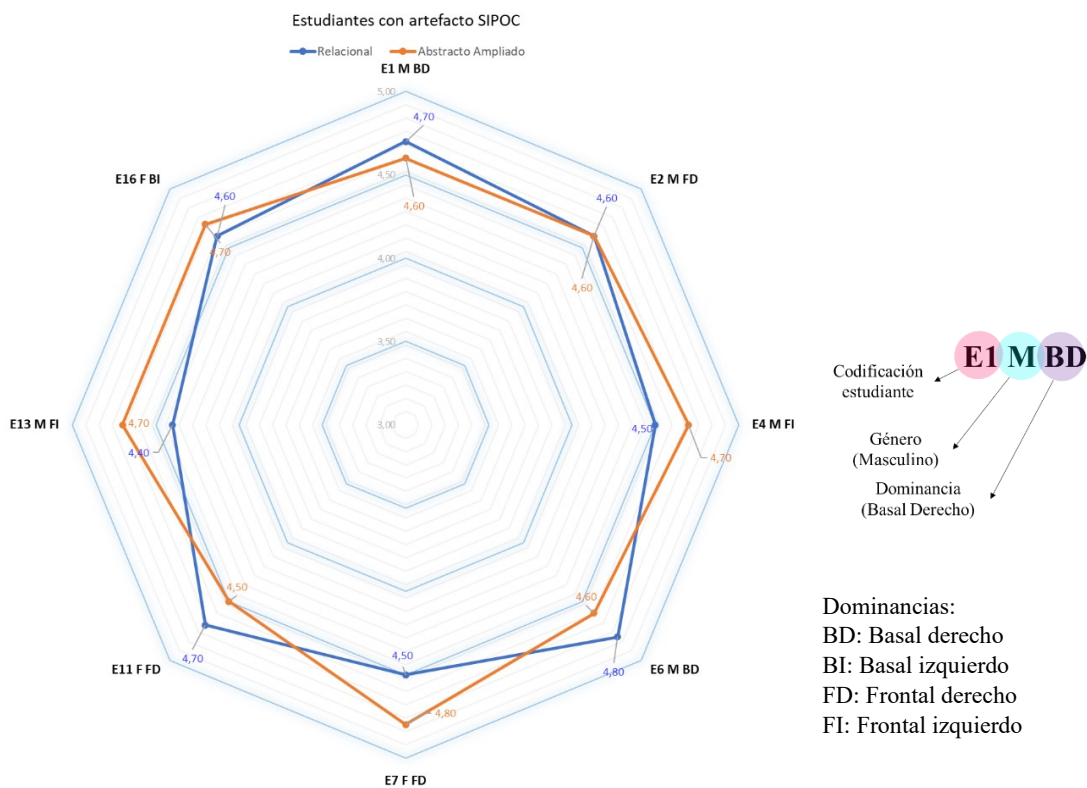


Figura 9. Desempeño *Relacional* y *Abstracto ampliado* con SIPOC. Construcción propia.

Tabla 5. Distribución dominancias con uso de SIPOC. Construcción propia.

	Frontal derecho	Basal derecho	Frontal Izquierdo	Basal Izquierdo
Masculino (n= 4)	1	2	2	-
Femenino (n= 5)	2	-	-	1
	3	2	2	2

Los datos presentados corresponden al grupo 2023-2s (año 2023, segundo semestre), donde en su mayoría 72% (n=14) cursan el octavo semestre del pregrado. Los estudiantes

califican como positiva la metodología y puesta en común del proceso, indicando que el esquema de trabajo con SIPOC favorece los resultados de aprendizaje RA socializados al inicio del periodo académico en el programa calendario (*Syllabus*) y su aplicabilidad para articular el trabajo cooperativo.

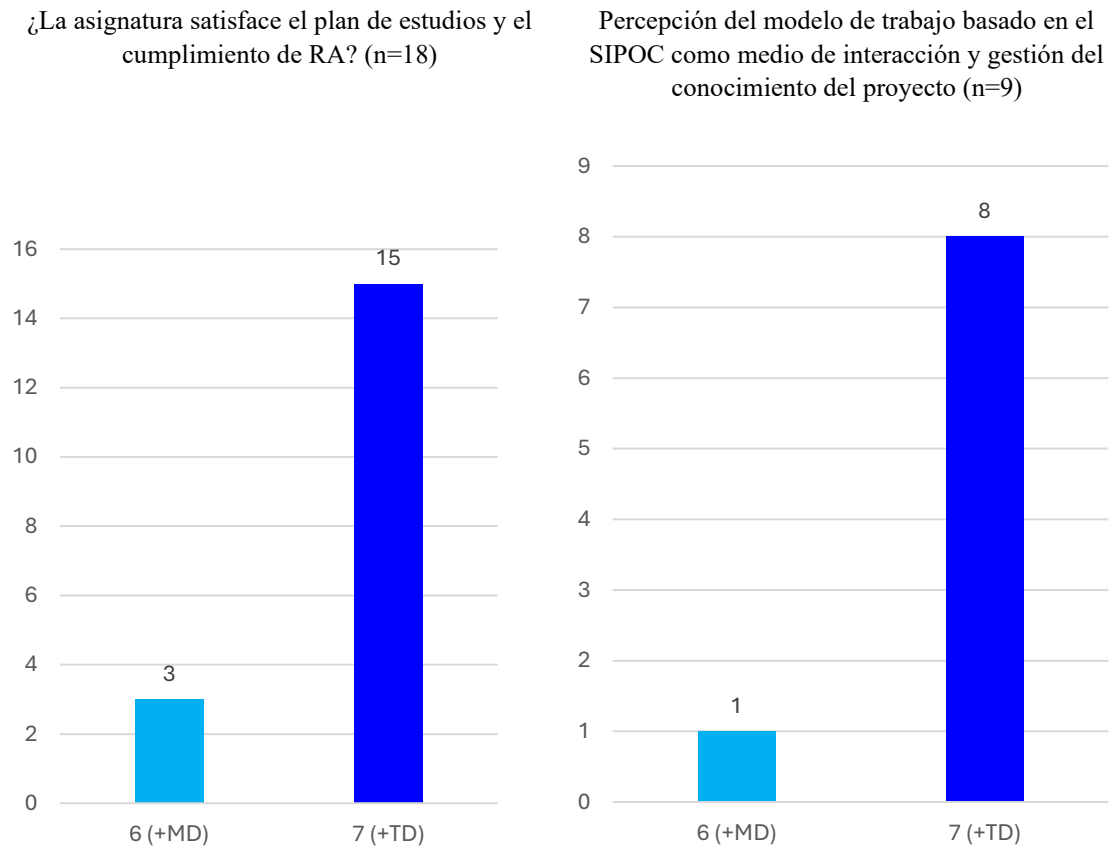


Figura 10. Percepción del ciclo de implementación 2023-2s. Construcción propia.

Esta valoración se logra con una escala de Likert de 7 niveles que va desde totalmente en desacuerdo (-TD), hasta totalmente de acuerdo (+TD). La tabla 6 describe cada uno de estos niveles.

Tabla 6. Descripción escala de valoración. Construcción propia.

Nivel	Descripción	Código
1	Totalmente en desacuerdo	1 (-TD)
2	Moderadamente en desacuerdo	2 (-MD)
3	Ligeramente en desacuerdo	3 (-LD)
4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 (±D)
5	Ligeramente de acuerdo	5 (+LD)
6	Moderadamente de acuerdo	6 (+MD)
7	Totalmente de acuerdo	7 (+TD)

Estos resultados preliminares sugieren que la implementación del artefacto SIPOC, en el contexto del pregrado en Construcción de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, ofrece una mejora significativa en los resultados de aprendizaje. En particular, se observa que la variable dominancias puede jugar un papel protagónico en el estudio, ya que con esta es posible auscultar correlaciones más allá de lo paramétrico, aportando criterios para profundizar en el fenómeno del aprendizaje en gestión de proyectos de forma sistémica. Esta evidencia se alinea con teorías conectivista y construccionista, las cuales enfatizan en la importancia de las interacciones y cómo un instrumento de gestión como el artefacto propuesto revela patrones entre los estudiantes acerca de la mediación de la herramienta en las acciones de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, lo que moviliza nuevas ideas que permiten repensar la apropiación sistemática de artefactos bajo una óptica interactiva y sistémica como lo es la creación de escenarios de aprendizaje.

Este enfoque puede transformar el proceso educativo tradicional al fomentar un aprendizaje más activo, social y personalizado, permitiendo a los estudiantes tener una participación y experiencia simulada sobre la complejidad e interdependencia de los procesos de gestión en un proyecto que reflejan los desafíos del mundo real y laboral.

CONCLUSIONES Y APLICACIONES FUTURAS

El presente estudio contribuye al cuerpo teórico existente en el campo de la educación en AECO al integrar el artefacto SIPOC con enfoques conectivistas y una orientación sociotécnica y cultural del comportamiento inspirado en las ideas de planteamientos de Vygotski. Estos enfoques combinados han contribuido a explorar teorías existentes poco vinculadas a procesos de enseñanza-aprendizaje como la teoría del actor-red o ANT (*actor-network theory*) o sociología de la traducción y la teoría de la actividad (*activity theory*) que consideran al individuo inserto en un colectivo consciente de los instrumentos de gestión y su capacidad para conectarlos en red.

Se contribuye al cuerpo teórico existente en el campo de la educación en ingeniería al integrar el artefacto SIPOC con enfoques conectivistas y herramientas tecnológicas avanzadas. En primer lugar, los hallazgos amplían la comprensión teórica de cómo las plataformas de aprendizaje apoyadas por tecnologías de la información pueden facilitar la construcción de redes de conocimiento distribuidas entre los estudiantes. Esto se alinea con la teoría del conectivismo, que postula que el aprendizaje ocurre en redes de nodos interconectados, y proporciona evidencia empírica de cómo estas interacciones pueden ser estructuradas y optimizadas en un contexto educativo.

El estudio presenta evidencias de que el artefacto SIPOC, cuando se integra en un entorno de aprendizaje conectivista, puede ser una herramienta eficaz para mejorar la formación en gestión de proyectos AECO. Los resultados destacan la importancia de fomentar la interacción sociotécnica y la transferencia de conocimientos entre estudiantes y docente para avanzar en habilidades intersubjetivas y estructuradas por medios que permitan la convergencia de criterios como el artefacto propuesto.

Como principal hallazgo, el uso del artefacto SIPOC permite a sus usuarios una regulación de los flujos de valor más fluida en actividades de trabajo en equipo, así como

su documentación y registro en sistemas de carga o entornos de datos compartidos como el sistema creado con MindManager, dotando al estudiante de una herramienta que lo apoya al logro consciente de un desarrollo abstracto ampliado más extenso. La investigación sugiere que los enfoques pedagógicos basados en el conectivismo y el uso del artefacto pueden ofrecer una respuesta adecuada a las necesidades formación en asignaturas que requieran desarrollar habilidades de trabajo colaborativo como talleres de diseño interdisciplinar, Gestión por procesos, promoviendo un aprendizaje más crítico, adaptativo y sistémico.

Las propiedades conectivistas del artefacto con otros medios como DRIVE y MindManager, reflejan versatilidad y oportunidades de para alinear datos, información y conocimiento de forma rápida en procesos de aprendizaje, además permite a los estudiantes comprender el concepto de interoperabilidad e interdependencia en la gestión de proyectos.

Como líneas de trabajo futuro, el artefacto puede integrarse en la analítica de datos, la simulación y predicción. Por su naturaleza, el artefacto puede aplicado en otras asignaturas y en este sentido desarrollar una guía para docentes. Su uso puede ser objeto de gamificación para conseguir mejores resultados.

Futuras investigaciones podrían explorar a aplicabilidad de este instrumento de aprendizaje en otros dominios de la ingeniería y el diseño, así como su impacto a largo plazo en el desarrollo profesional de los estudiantes. Actualmente este artefacto es llevado a escenarios de posgrado en gestión de proyectos e interventoría de obra, donde será posible comparar su impacto con profesionales más experimentados.

REFERENCIAS

- Al-Maawali, W. (2023). Understanding Students' Perceptions of Identity in Digital Connectivism Learning Environments. *Language Teaching Research Quarterly*, 35, 57–73. <https://doi.org/10.32038/ltrq.2023.35.04>
- Arianna, Felisatti., David, Aagten-Murphy., Jochen, Laubrock., Samuel, Shaki., Martin, H., Fischer. (2020). The Brain's Asymmetric Frequency Tuning: Asymmetric Behavior Originates from Asymmetric Perception. *Symmetry*, <https://doi.org/10.3390/sym12122083>
- Armatas, C., Pratt, C., & Vincent, A. (2014). Putting Connectivist Principles Into Practice: A Case Study of an Online Tertiary Course. *American Journal of Distance Education*, 28(2), 81–91. <https://doi.org/10.1080/08923647.2014.901782>
- Bandonio, A., & Sri Suharyo, O. (2021). Learning Theory Debate in The Perspective of Behaviorism, Cognitivism, And Constructivism in Learning Practice. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 29(1), 325–334. <http://ijpsat.ijst-journals.org>
- Batram, A. (2001). Navegar por la complejidad, Guía básica sobre la teoría de la complejidad en la empresa y la gestión (Granica, Ed.).

- Behan, A. et al. (2015) Cultural Change through BIM: Driving Lean Transformation in Education. CITA BIM Gathering. 2015, November 12th -13th 2015
- Benziger, K. (2005). Physiological and psychophysiological bases for Jungian concepts: An annotated bibliography (3rd ed.) KBA, LLC.
- Benziger, K. (2013). The BTSA user manual: a guide to the development, validation, and use of the Benziger thinking styles. Part of the Benziger Breakthrough Core Library, KBA, LLC The Human Resource Technology Company, 1-131.
- Bertalanffy, L. (1968). Teoría general de los sistemas: Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. In *Fondo Cultural Económica* (13th ed.). George Braziller. <https://doi.org/10.2307/j.ctv51307z.7>
- Biggs, J., and Collis, K. (1982) Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy. New York: Academic Press.
- Biggs, J. (1996). Enhancing Teaching Through Constructive Alignment. *Higher Education*, 32: 1-18.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). Teaching for quality learning at university. In *Innovations in Education and Teaching International* (fourth edition, Vol. 50, Issue 4). Mc Graw Hill. <https://doi.org/10.1080/14703297.2013.839332>
- Brown, C. (n.d.). Why and how to employ the SIPOC model. In *Journal of Business Continuity & Emergency Planning* (Vol. 12, Issue 3).
- Callon, M. (1999). Actor-Network Theory—The Market Test. *The Sociological Review*, 47(1_suppl), 181-195. <https://doi.org/10.1111/j.1467954X.1999.tb03488.x>
- Campos, L. G. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje: conceptos, ideas, y posibles limitaciones. *Revista Educación y Tecnología*, N°, 1, 111–122. www.earlingspace.org.
- Candela, A., Naranjo, G., De La Riva, M. Moreno, J., & Rey, J. (2020). Teoría del Actor-red y contextos escolares. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 25(86), 689-717. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7826265>
- Carlino, F. (2021). De la alienación al alineamiento constructivo. Más allá de la trampa mecanicista (pp. 58–70). <http://cuaderno.pucmm.edu.do>
- Carneiro, J. Q., Carneiro, A. Q., Machado, V. A., Cândido, L. F., & Neto, J. de P. B. (2017). Lean Metric System: Proposal for a Performance Measurement System for Construction Projects. *LC3 2017 Volume II – Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, 629–636. <https://doi.org/10.24928/2017/0306>
- Castro Benavides, L. M., Tamayo Arias, J. A., Arango Serna, M. D., Branch Bedoya, J. W., & Burgos, D. (2020). Digital Transformation in Higher Education Institutions: A Systematic Literature Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 20(11), 1–22. <https://doi.org/10.3390/s20113291>

- Chávez Suárez, N. A. (2023). Una experiencia en el marco del aprendizaje basado en proyectos en entornos de educación superior. *Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica Del Derecho*, 10(2), 271–286. <https://doi.org/10.5354/0719-5885.2023.72224>
- Chiapello, É. y Gilbert, P. (2019). Sociología de las herramientas de gestión (Contreras, C., Arango, D., Gutiérrez F. & Soto, A., Trad.). Santiago, Chile: Universidad Alberto Hurtado. (Obra original publicada en 2014).
- Chiva, R., Alegre, J., & Lapiedra, R. (2007). Measuring organizational learning capability among the workforces. *International Journal of Manpower*, 28(3–4), 224–242. <https://doi.org/10.1108/01437720710755227>
- Cicmil, S., Cooke-Davies, T., Crawford, L., & Richardson (2009). Exploring the complexity of projects: Implications of complexity theory for project management practice. (1 ed.) Project Management Institute.
- Clarà, M., & Barberà, E. (2014). Three problems with the connectivist conception of learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(3), 197–206. <https://doi.org/10.1111/jcal.12040>
- Construction Industry Institute (CII). (2013). Four-casting for Early and Accurate Predictability. In CII (Ed.), *Implementation Resource 291-2. Research Team 291, Improving the Accuracy of Project Outcome Predictions*. CII, The University of Texas at Austin.
- Cooke-Davies, T., Crawford, L., Patton, J., Stevens, C., & Williams, T. (2011). Aspects of Complexity: Managing Projects in a Complex World. In T. Cooke-Davies (Ed.), *Project Management*. Project Management Institute, Inc. <https://doi.org/10.1002/pmj.21270>
- Decker, A., Margulieux, L. E., & Morrison, B. B. (2019). Using the SOLO taxonomy to understand subgoal labels effect in CS1. *ICER 2019 - Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research*, 209–217. <https://doi.org/10.1145/3291279.3339405>
- De Martino, M., Kovalenko, S., Tkach, G., & Isidori, E. (2022). Education and social networking: Between connectivism and the critical social philosophy of the new media. *RUDN Journal of Sociology*, 22(1), 137–149. <https://doi.org/10.22363/2313-2272-2022-22-1-137-149>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). El campo de la investigación cualitativa. Manual de investigación cualitativa (Vol. 1). Gedisa.
- Dziubaniuk, O., Ivanova-Gongne, M., & Nyholm, M. (2023). Learning and teaching sustainable business in the digital era: a connectivism theory approach. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00390-w>
- Ebo, B. A. (2018). Constructivism or Behaviorism: What is the Best Method to Teach Special Needs Students? *Journal of Healthcare, Science, and the Humanities*, 8(2), 45–56.

- Faraji, A., Rashidi, M., Perera, S., & Samali, B. (2022). Applicability-Compatibility Analysis of PMBOK Seventh Edition from the Perspective of the Construction Industry Distinctive Peculiarities. *Buildings*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/buildings12020210>
- Ferro, E., Marques G, B. C., Borges D., K., & Borges S., M. (2018). Project Based Learning Applied to Technical Drawing. *Creative Education*, 09(03), 479–496. <https://doi.org/10.4236/ce.2018.93034>
- Floridi, Luciano (2008). Glossary of term for the digital era. University of Hertfordshire & University of Oxford. Disponible en <http://www.philosophyofinformation.net/glossary.htm> [consulta 11/04/ 2023].
- García, D., Verdú V., A., Peña E., F. D. de la, & López Z., O. (2017). Desarrollo de una metodología basada en el aprendizaje multidimensional en las disciplinas técnicas. *Advances in Building Education*, 1(1), 27. <https://doi.org/10.20868/abe.2017.1.3508>
- Garrety, K. (2014). Actor Network Theory. In H. Hasan (Eds.), *Being Practical with Theory: A Window into Business Research* (pp. 15-19). Wollongong, Australia: THEORI. http://eurekaconnection.files.wordpress.com/2014/02/p-15-19-actor-network-theory-theori-ebook_finaljan2014-v3.pdf
- Goldie, J. G. S. (2016). Connectivism: A knowledge learning theory for the digital age? *Medical Teacher*, 38(10), 1064–1069. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2016.1173661>
- Graham, L., & Fredenberg, V. (2015). Impact of an open online course on the connectivist behaviours of Alaska teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(2). <https://doi.org/10.14742/ajet.1476>
- Hadek, A., Chaibate, H., Bakkali, S., & Ajana, S. (2019). SIPOC Model in Moroccan Engineering Education Context: Lean Approach. *International Journal of Education (IJE)*, 7(1), 47–61. <https://doi.org/10.5121/ije.2019.7104>
- Halin, G., Bolshakova, V., Hochsheid, E., Gless, H.-J., & Aida, S. (2020). Four approaches for integration of digital BIM practices in AEC projects. *RE: Anthropocene, Design in the Age of Humans - Proceedings of the 25th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, CAADRIA 2020*, 1, 883–892.
- Hattab, M. Al, & Hamzeh, F. (2020). Simulating the dynamics of social agents and information flows in BIM-based design. *Automation in Construction*, 92(March 2018), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.024>
- Herrera, R. F., Mourgues, C., Alarcón, L. F., & Pellicer, E. (2020). Understanding Interactions between Design Team Members of Construction Projects Using Social Network Analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(6), 04020053. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001841](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001841)
- Huerta Palau, M. P. (1999). Los niveles de van Hiele y la taxonomía SOLO: un análisis comparado, una integración necesaria. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de*

- Investigación y Experiencias Didácticas*, 17(2), 291.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4093>
- Icontec. (2021a). NTC-ISO 19650-1: Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil, incluyendo BIM - Parte 1: Conceptos y principios. <https://login.ezproxy.unal.edu.co/menu>
- Icontec. (2021b). NTC-ISO 19650-1: Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil, incluyendo BIM - Parte 2: Fase de entrega de los activos. <https://login.ezproxy.unal.edu.co/menu>
- Ilieva-Koleva, D. (2017). Methodology for self-evaluation and careerorientation. In P. P. K. & D. A. Solomon (Ed.), *ICEIRD International Conference for Entrepreneurship, Innovation and Regional Development* (Vol. 36, Issue 4, pp. 167–174).
<https://doi.org/10.1891/0730-0832.36.4.e1>
- Irigoyen C. A., & Morales L., H. (2013). The Work of George Siemens: an Alternative for Learning in the Digital Age. *Archivos En Artículo Especial*, 15(4), 53–55.
www.diegoleal.org/docs/2007/Siemens
- Jain, M. (2021). An Overview of Project Management. *Journal of Contemporary Issues in Business and Government*, 27(3). <https://doi.org/10.47750/cibg.2021.27.03.096>
- Jiawei, Zhang. (2019). Cognitive Functions of the Brain: Perception, Attention and Memory. arXiv: Neurons and Cognition.
- Khanyile, N., Musonda, I., & Agumba, J. (2019). Khanyile-2019-Evaluating-the-relationship-between. *Construction Economics and Building*, 19(2), 197–2019.
<https://doi.org/10.5130/AJCEB.v19i2.6646>
- Krajcik, J. & Blumenfeld, P. (2005). Project-Based Learning. In R. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. pp. 317-334. Cambridge Handbook in Psychology, Cambridge University Press.doi:10.1017/CBO9780511816833.020
- Kozlovska, M., Klosova, D., & Strukova, Z. (2021). Impact of Industry 4.0 Platform on the Formation of Construction 4.0 Concept: A Literature Review. *Sustainability* 13, no. 5: 2683. <https://doi.org/10.3390/su13052683>
- Lam, N. M. (2022). Promote the Role of Education and Training for Social Development. *International Journal of Social Science and Human Research*, 05(10), 4559–4566.
<https://doi.org/10.47191/ijssshr/v5-i10-20>
- Laorrón, J. (2019). Teoría del actor-red. Síntesis y evaluación de la deriva postsocial de Bruno Latour. *Revista Española de Sociología*, 28 (2), 323-341. (Doi: <http://dx.doi.org/10.22325/fes/res.2019.03>)
- Lobos, C., Matus, J., & Santelices, C. (2018). Análisis de redes sociales aplicado a los procesos de gestión de proyectos según Project Management Body of Knowledge en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción. *Revista Ingeniería De Obras Civiles*, 9(1), 53–60.
<http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/2085>

- Loyola, M., Matta, G. y Herrera, R.F. (Eds.). (2021). ¿Cómo se enseña BIM en Chile?: Experiencias de universidades chilenas introduciendo BIM en carreras de pregrado de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. BIM Forum Chile, Grupo Técnico de Trabajo en Educación. Disponible en: www.bimforum.cl/educacion
- Mampota, S., Mokhets'engoane, S. J., & Kurata, L. (2023). Connectivism Theory: Exploring its Relevance in Informing Lesotho's Integrated Curriculum for Effective Learning in the Digital Age. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(4), 6–12. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.4.705>
- Mantuano, M. O. M.-, Caviedes, E. C. E., Ladines, K. V. O., Rogel, D. R. P., & Yuqui, C. E. P. (2021). Análisis del conductismo, cognitivismo, constructivismo y su interrelación con el conectivismo en la educación postpandemia. *South Florida Journal of Development*, 2(5), 6850–6863. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n5-038>
- Manucci, M. (2010). Contingencias, 5 desafíos de cambio para una nueva década. *Grupo Editorial Norma* (Vol. 1). Editorial Norma.
- Međedović, E., Spalldi-Barišić, L., Nevačinović, E., Rama, A., Kurtović, A., & Cerovac, A. (2022). SIPOC method of optimizing the clinical process in obstetrics. *Srpski Medicinski Casopis Lekarske Komore*, 3(3), 354–361. <https://doi.org/10.5937/smlk3-38976>
- Mesa, H. A., Molenaar, K. R., & Alarcón, L. F. (2020). Modeling supply chain integration in an integrated project delivery system. *Sustainability (Switzerland)*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/su12125092>
- Morin, E. (1990). Introducción al pensamiento complejo (Gedisa, Ed.; 10th, 2011th ed.).
- Muñoz V., D. E., Moreira M., B. A., Larrea P., J. J., Arteaga V., J. C., López R., L. B., Roca P., P. M., & Quijije A., P. J. (2019). *Enfoques pedagógicos para la formación universitaria: perspectivas del G7.ec: Vol. Edición: Primera* (Chiriboga M. Fidel). Ediciones Uleam. <https://munayi.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2019/10/enfoques-pedagogicos-universitarios.pdf>
- Nshirim, E. S., & Nwagwu, U. (2018). Integrated Approach for Process Improvement: Value Engineering, Lean Methodology, SIPOC, and Value Stream Mapping. *International Journal of Applied and Natural Sciences*, 1(1), 58–66. <https://doi.org/10.61424/ijans.v1i1.20>
- O'Connor, R., & Swain, B. (2013). Implementing Lean in construction: Lean tools and techniques. An introduction. CIRIA C730. 61. www.ciria.org/service/lean
- Parv, L., Deaky, B., Nasulea, M. D., & Oancea, G. (2019). Agent-based simulation of value flow in an industrial production process. *Processes*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/pr7020082>
- Persico, D., Steffens, K. (2017). Self-Regulated Learning in Technology Enhanced Learning Environments. In: Duval, E., Sharples, M., Sutherland, R. (eds) *Technology Enhanced Learning*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02600-8_11

- Piña R., C., Varela L., S., Aguilera B., P., & Vidales B., A. (2017). Aprendizaje de los roles de los agentes BIM en la organización de proyectos. *Advances in Building Education*, 1(1), 47. <https://doi.org/10.20868/abe.2017.1.3511>
- Permiakova, M., Kovalenko, V., & Vindeker, O. (2019). Research of interrelation of cognitive styles and their features in young men and women. *Perspectives of science and education*. 42(6), 252-261. <https://doi.org/10.32744/pse.2019.6.21>
- PMI. (2016). Construction Extension to the PMBOK® Guide. In PMI (Ed.), *Project Management Institute* (2nd ed.). PMI.
- PMI. (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) (Inc. Project Management Institute, Ed.; Sexta Edic). Project Management Institute, Inc.
- PMI. (2021). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) Seventh Ed SPA.pdf. *Project Management Institute*, PMI.
- Reinartz E., M., Castro R., S., & Zuluaga I., M. (2023). Taller virtual de fisiología: estrategia didáctica para la enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de termorregulación animal a nivel universitario. In *Aportes de la investigación cualitativa con enfoque hermenéutico a la didáctica de la educación superior* (Vol. 1, pp. 209–240). Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. <https://doi.org/10.18566/978-628-500-107-9>
- Reinartz E., M., & González C., V. (2013). Seminario Estudiantil Reinartz: Adaptación del método ABP en la enseñanza de la Fisiología Animal en Zootecnia. *F Journal of Agriculture & Animal Sciences*, 2(1), 8–21.
- Rocha G., J. E., & Febres, G. (2017). Uso de la Cibernética en un Modelo de Gestión de Conocimiento como Partida para la Optimización de los Flujos de Conocimiento en Organizaciones. *15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology y: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”*, 1–11. <https://doi.org/10.18687/laccei2017.1.1.88>
- Rua-Machado, C. A., Ceballos-Rodríguez, E. A., & Rojas-López, M. D. (2022). Enseñanza en gestión de proyectos GP, una propuesta metodológica. *CISCI 2022 - Vigésima Primera Conferencia Iberoamericana En Sistemas, Cibernética e Informática, Decimo Noveno Simposium Iberoamericano En Educación, Cibernética e Informática - Memorias, CISCI*, 135–140. <https://doi.org/10.54808/CISCI2022.01.135>
- Rúa-Machado, C. A., Gómez A., M. C., & Rojas L., M. D. (2024). Desarrollo de un modelo de interacción para vincular dominios de desempeño en la enseñanza-aprendizaje en gestión de proyectos AECO. In Tecnológico de Monterrey (Ed.), *IFE Conference (Institute for the Future of Education)* (pp. 52–62).
- Saad, I. M. H., & Elgamal, S. S. (2003). The Multimedia Electronic Portfolio: History and Implementation. An Alternative Approach to Instruction and Assessment. *Construction Research Congress, Winds of Change: Integration and Innovation in Construction, Proceedings of the Congress*, 503–511.

- Schmal, R., & Rivero, S. (2016). Construcción de un sistema para la gestión de proyectos con empresas en una carrera de ingeniería. *Formación Universitaria*, 9(4), 23–32. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000400004>
- Sedelnikova, Alla. (2023). Enhancing enterprise production management system through lean production principles. *Deleted Journal*, 08(07):09-15. <https://doi.org/10.55640/ijefms-9131>
- Shehzad, H. M. F., Ibrahim, R. B., Yusof, A. F., Khaidzir, K. A. M., Iqbal, M., & Razzaq, S. (2021). The role of interoperability dimensions in building information modelling. *Computers in Industry*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103444>
- Siemens, G., & Weller, M. (2012). La enseñanza superior y las promesas y los peligros de las redes sociales. *Revista de Universidad y Sociedad Del Conocimiento*, 8(1), 157–163. <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v8n1-siemens-weller/v8n1-siemens-weller>
- Solórzano, F., & García, A. (2016). Fundamentos del aprendizaje en red desde el conectivismo y la teoría de la actividad. *Revista Cubana de Educación Superior*, 3, 98–112.
- Stake, R. (1998). Investigación con estudios de caso. In *Investigación con estudios de casos*. <https://www.redalyc.org/pdf/2810/281021548015.pdf>
- Succar, B., & Kassem, M. (2016). Building Information Modelling: Point of Adoption. *CIB World Congress, May* 1–11.
- Brunyé, T., Cavanagh, S., Propper, R. (2014). Hemispheric bases for emotion and memory. *Frontiers in Human Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00997>
- Taxén, L. (2004). Articulating coordination of Human activity: The Activity Domain Theory. *2nd International Workshop on Action in Language, Organizations and Information Systems ALOIS-2004, 2004*, 45., 45. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-43481>
- Thoma, R., Farassopoulos, N., & Lousta, C. (2023). Teaching STEAM through universal design for learning in early years of primary education: Plugged-in and unplugged activities with emphasis on connectivism learning theory. *Teaching and Teacher Education*. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104210>
- Torday, J. S. (2022). Cybernetics as a conversation with the Cosmos. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 172, 77–81. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2022.04.007>
- Turulja, L., & Bajgorić, N. (2018). Knowing Means Existing: Organizational Learning Dimensions and Knowledge Management Capability. *Business Systems Research*, 9(1), 1–18. <https://doi.org/10.2478/bsrj-2018-0001>
- Vargas-Hernández, J. G., & Vargas-González, O. C. (2022). Strategies for meaningful learning in higher education. *Journal of Research in Instructional*, 2(1), 47–64. <https://doi.org/10.30862/jri.v2i1.41>

- Voskoglou, M. Gr. (2022). Connectivism vs Traditional Theories of Learning. *American Journal of Educational Research*, 10(4), 257–261. <https://doi.org/10.12691/education-10-4-15>
- Wright, P., Stamatakis, E., Tyler, K. (2012). Differentiating hemispheric contributions to syntax and semantics in patients with left-hemisphere lesions. *The Journal of Neuroscience*. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0485-12.2012
- Yeung, S. M. C. (2010). Integrating SIPOC into Program Management for Quality Assurance. *International Journal of Management in Education*, 4(2), 159–172. <https://doi.org/10.1504/IJMIE.2010.030873>
- Zhang, J., Xie, H., & Li, H. (2017). Competency-based knowledge integration of BIM capstone in construction engineering and management education. *International Journal of Engineering Education*, 33(6), 2020–2032.
- Zhang, H., Fan, L., Chen, M., & Qiu, C. (2022). The Impact of SIPOC on Process Reengineering and Sustainability of Enterprise Procurement Management in E-Commerce Environments Using Deep Learning. *Journal of Organizational and End User Computing*, 34(8), 1–17. <https://doi.org/10.4018/joeuc.306270>
- Zúñiga, L. M., Cruz, M. A., Dotres, S., & Abreu, L. E. (2021). Oportunidades del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para la pedagogía profesional en la Universidad de Holguín, Cuba. *Revista Científica de FAREM. Estelí*. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/farem.v0i38.11943>