

LOS ESTUDIOS DE DISEÑO UNA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN NOVEDOSA PARA LA EDUCACIÓN^a

DESIGN STUDIES A NEW RESEARCH METHODOLOGY FOR EDUCATION

CANDELA, BORIS F.^b

Recibido 23-04-2019, aceptado 28-06-2019, versión final 30-06-2019.

Artículo Revisión

RESUMEN: El artículo aborda una reflexión acerca de los principales elementos teóricos y metodológicos que configuran el ámbito de indagación de los estudios de diseño o metodología de investigación basada en el diseño. Este nuevo paradigma de indagación educativa se focaliza en el ciclo iterativo de diseño, implementación y evaluación de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos en contextos reales. Dicho paradigma posee una función pragmática en cuanto estudia las formas particulares de aprendizaje de un contenido específico en contextos reales; y una teórica, como consecuencia a que una de sus metas de indagación se centra en la producción de teorías de dominio específico, las cuales representan el proceso de aprendizaje de un contenido y las formas de cómo deben ser asistidos los estudiantes durante dicho proceso. Estas últimas se materializan a través de la toma de decisiones curriculares e instruccionales, informada por la literatura proveniente de la investigación educativa de naturaleza general o específica a una disciplina.

PALABRAS CLAVE: Estudios de diseño; metodología de investigación; ambientes de aprendizaje; enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT: The article addresses a reflection on the main theoretical and methodological elements that make up the field of inquiry of design studies or research methodology based on design. This new paradigm of educational inquiry focuses on the iterative cycle of design, implementation and evaluation of specific content learning environments in real context. This paradigm has a pragmatic function in that it studies the particular forms of learning a specific content in real contexts; and a theoretical one, as a consequence of the fact that one of its goals of inquiry focuses on the production of specific domain theories, which represent the learning process of a content and the forms of how students should be assisted during said process. The latter are materialized through the taking of curricular and instructional decisions, informed by the literature coming from educational research of a general nature or specific to a discipline.

KEYWORDS: Design studies; research methodology; learning environments; teaching-learning.

^aCandela, Boris F. (2019). Los estudios de diseño una metodología de investigación novedosa para la educación. *Rev. Fac. Cienc.*, 8(2), 138–155. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v8n2.79267>

^bDocente del Instituto de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle. boris.candela@correounivalle.edu.co Orcid 0000-0002-5833-1975

1. INTRODUCCIÓN

Los investigadores educativos, diseñadores de las políticas curriculares y profesionales de la educación pertenecientes a las tradiciones de investigación angloamericana y europea, han acordado que la investigación educativa está frecuentemente divorciada de los problemas y la práctica educativa (diseño y enseñanza). Así pues, dicha ruptura ha generado la necesidad por nuevos enfoques de indagación que hablen directamente de los problemas de la práctica del diseño y la enseñanza, además que orienten al desarrollo de un conocimiento de dominio específico útil (ver Lagemann, E. C. (2002), Lagemann, E. C. (2002), National Research Council (NRC). (1996)). De ahí que, la investigación basada en el diseño está emergiendo como un paradigma novedoso para el estudio del aprendizaje en contexto a través del diseño sistemático y estudio de estrategias y herramientas de enseñanza.

Naturalmente, la línea de investigación basada en el diseño puede ayudar a crear y extender el conocimiento acerca del desarrollo, representación y sostenibilidad de ambientes de aprendizaje novedosos - En el marco de los estudios de diseño o metodología de investigación basada en el diseño se asume el constructo de 'ambiente de aprendizaje' como aquel escenario epistémico donde se representa el proceso de aprendizaje de un contenido específico y los medios para apoyarlo y organizarlo. Así pues, en éste se encuentran entrelazados de forma dialéctica los siguientes elementos: metas de aprendizaje, dificultades y concepciones alternativas de los estudiantes, propósitos de enseñanza, características contextuales, recursos curriculares, estrategias y modelos de enseñanza, estrategias de evaluación y secuencia de actividades de aprendizaje- (The Design-Based Research Collective, 2003). En este sentido, los estudios del diseño se centran en diseñar y explorar una serie de innovaciones que son documentadas por las diferentes teorías, que han emergido desde los estudios desarrollados en el campo de la educación en un nivel de tamaño de grano grueso y específico a un contenido de las ciencias. En efecto, el diseño de un ambiente de aprendizaje viene sustentado por una serie de decisiones curriculares e instruccionales, a las cuales las subyacen aspectos particulares de las teorías del aprendizaje, las teorías del diseño de la enseñanza, la pedagogía general y la literatura en educación en ciencias o matemáticas que se encuentran alineados con el contenido disciplinar en cuestión (The Design-Based Research Collective, 2003).

Adicionalmente, conviene subrayar que la metodología de investigación basada en el diseño (o estudios de diseño) es considerada una metodología de investigación de la misma naturaleza del enfoque de indagación cualitativo e interpretativo. Esta consideración se da como consecuencia a que los procesos de diseño de ambientes de aprendizaje y desarrollo de teorías de dominio específico se encuentran estrechamente vinculados a un interrogante de indagación (Shavelson, R. J. *et al.*, 2003). Además, en la estructura lógica de este tipo de estudios se puede ver claramente la mayoría de los principios que sustentan la investigación científica, a saber: interrogantes direccionados y articulados con el propósito de generar una teoría relevante; literatura desarrollada en forma sistemática; y construcción de una teoría como producto de la cadena de razonamiento coherente y explícita que subyace al estudio en cuestión (ver The Design-Based Research Collective (2003),

Cobb, P. *et al.* (2003), Candela, B. F. (2016)).

Por tanto, el diseño educativo como una metodología de investigación va más allá de diseñar y probar intervenciones particulares. Por lo general, a estos diseños e intervenciones los funda un conjunto de afirmaciones teóricas específicas acerca de la enseñanza y aprendizaje de un contenido, además reflejan un compromiso para comprender las relaciones que existen entre la teoría, el material de enseñanza y la práctica del diseño y la enseñanza. Definitivamente, de esta clase de investigación emerge un conjunto de teorías sobre el aprendizaje y la enseñanza de un contenido específico, llamadas teorías de dominio específico (consultar Brown, A. L. (1990), Brown, A. L. (1992), Confrey J. (2006)). En estas se pueden ver claramente un conjunto de presupuestos teóricos y metodológicos sobre como orientar al estudiante singular en el aprendizaje de un concepto específico, a saber: serie de ideas que configuran el tópico en cuestión; metas y desempeños de aprendizaje; dificultades/limitaciones, concepciones alternativas; estrategias de enseñanza; formas de representar y formular las ideas; y evaluación formativa del contenido; entre otras (Candela, B. F., 2016).

Por otro lado, la investigación basada en el diseño presenta las siguientes características: en primer lugar, la meta central del diseño de ambientes de aprendizaje y el desarrollo de teorías de dominio específico del aprendizaje se encuentran estrechamente vinculados. En segundo lugar, el desarrollo e investigación toma lugar a través de ciclos continuos de diseño, implementación, análisis y rediseño (ver Cobb, P. (2000), Collins, A. (1992)). En tercer lugar, la investigación del diseño orienta teorías compatibles que ayudan a comunicar implicaciones relevantes para los profesionales y diseñadores educativos. En cuarto lugar, esta clase de investigación debe considerar cómo el diseño funcionaría en auténticos escenarios, es decir, esta no solo documenta el éxito o el fracaso, también se focaliza en las interacciones que refinan la comprensión de los temas de aprendizaje implicados.

Finalmente, el valor de la investigación basada en el diseño educativo debería ser medido por la capacidad para mejorar la práctica educativa (diseño y enseñanza). Así mismo, en los últimos años se han evidenciado cuatro áreas donde la investigación basada en el diseño puede impactar dicha práctica, a saber: explorar posibilidades para crear ambientes de aprendizaje novedosos; desarrollar teorías del aprendizaje y la enseñanza de un concepto específico que están fundamentadas contextualmente; además, adelantar y consolidar un conocimiento de los procesos de diseño; e incrementar la capacidad de innovación educativa.

Tomando como referencia los anteriores presupuestos este artículo de reflexión tiene como objetivo dar respuesta al siguiente interrogante: ¿Por qué la metodología de investigación basada en el diseño es considerada una perspectiva novedosa de indagación educativa?

2. LOS ESTUDIOS DE DISEÑO

Desde 1990 se generó un movimiento para desarrollar una nueva metodología de investigación, cuyo fin es llevar a cabo estudios de intervención educativa bajo el rótulo de 'experimentos de diseño', 'investigación del diseño' o 'metodología de investigación basada en el diseño', los cuales son usados como sinónimos en este artículo. Conviene destacar que el grupo de investigación dirigido por Brown, A. L. (1992), ha influido de forma clave durante el desarrollo de este nuevo paradigma del diseño educativo, el cual adoptó como problema central de estudio, el aprendizaje de los estudiantes en contextos reales, para ello ha direccionado temas como: Formulación de interrogantes teóricos acerca de la naturaleza del aprendizaje en contexto.

- La necesidad de enfocar el estudio del fenómeno del aprendizaje en un mundo real, a cambio de llevarlo a cabo en un contexto de laboratorio.
- Ir más allá de las medidas estrechas de los resultados cuantitativos del aprendizaje.
- La necesidad de derivar resultados de investigación de una evaluación formativa.

Restricciones de la investigación del diseño.

- Dificultades generadas desde la complejidad de situaciones del mundo real y su resistencia al control experimental.
- Gran cantidad de datos generados desde la necesidad de combinar el análisis etnográfico y cuantitativo.
- Comparación de diseños transversales.

Vale la pena resaltar, que los estudios de diseño son considerados por la comunidad en educación en ciencias como un paradigma de investigación relativamente novel, sin embargo, éste ha producido un vasto marco conceptual que orienta el diseño de ambientes de aprendizaje. Por ejemplo, en el cuerpo conceptual y metodológico que funda a este paradigma se puede ver claramente que existen unos principios de diseño, los cuales direccionan la construcción de materiales de enseñanza que tienen como fin ayudar a los estudiantes durante la comprensión de un contenido específico.

Por otro lado, Simon, H. A. (1969) en su libro clásico, *The Sciences of Artificial*, hace una distinción entre las ciencias naturales y las ciencias artificiales, las últimas las denomina ciencias del diseño donde están adscritas profesiones como la arquitectura, la ingeniería, las ciencias computacionales, la medicina y la educación. Ahora bien, la literatura ha dejado ver que las ciencias del diseño han sido descuidadas por los investigadores de la educación, quizás como consecuencia de la falta de teorías sistemáticas que fundan a estas. En este sentido, Simon argumenta que el desarrollo reciente de las ciencias de la ingeniería y la computación han comenzado a suministrar fundamentos teóricos que las ciencias artificiales estaban necesitando con el fin de

superar las restricciones de origen.

Desde luego, que aunque Simon logra identificar cuerpos teóricos claves para la ingeniería, su análisis no suministra del todo fundamentos teóricos que sustenten las ciencias del diseño educativo (Collins, A. *et al.*, 2004). De hecho, los nacientes marcos teóricos del diseño de la educación en ciencias comienzan a ser encontrados en uno de los primeros artículos sobre los experimentos de diseño formulado por Collins, A. (1992). En éste discutió temas similares a estos generados por Simon en términos de una distinción entre las ciencias analíticas (naturales) y las ciencias del diseño. Así pues, vio la física, la biología y la antropología como ciencias analíticas, donde los esfuerzos se centran en comprender cómo el fenómeno en el mundo puede ser explicado. Además, concibió la aeronáutica, la inteligencia artificial y la acústica como ciencias del diseño, donde la meta es determinar cómo un artefacto diseñado (ejemplos: aeroplanos, robot, edificios, entre otros) se comporta bajo diferentes condiciones.

Bajo estos presupuestos, Collins, A. (1992) considera que la educación en ciencias o matemáticas es una disciplina que hace parte de las ciencias del diseño educativo, cuyos problemas prácticos se focalizan en ayudar a gestionar el aprendizaje de contenidos específicos en unos estudiantes singulares. Por tanto, para darle solución a dichos problemas, se diseñan una serie de materiales curriculares orientados por unos principios de diseño y teorías educativas de orden general. Otro aspecto de este nuevo paradigma, toma en consideración la tensión que se ha generado entre el diseño del ambiente de aprendizaje y la implementación de éste; es decir, que no todos los elementos que configuran el diseño en cuestión son materializados a lo largo de la implementación en escenarios áulicos reales. Brown, A. L. & Campione, J. C. (1996) se refirieron a este problema en términos de la 'mutación letal', donde la meta y principios que fundamentan el diseño están socavados por la forma en la que el diseño fue representado.

Por lo general, toda implementación de un ambiente de aprendizaje requiere de muchas decisiones que van más allá del diseño en sí mismo. Esta situación ocurre, dado que ningún diseño puede especificar de manera amplia todos los detalles referente al contexto de implementación, como consecuencia de las diferentes acciones llevadas a cabo por los agentes participantes en esta (ej., estudiantes, padres, profesores y administradores), quienes requieren tomar decisiones constantemente acerca de cómo proceder en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje - El ciclo de aprendizaje en este libro es considerado como un modelo de enseñanza que consta de tres fases: exploración, introducción e implementación (Karplus, R. & Their, H. D., 1967)-. Por tanto, el diseño de ambientes de aprendizaje es más o menos específico, pero nunca podrá alcanzarse un nivel altamente especificado.

Finalmente, la evaluación del diseño solo puede ser hecha en términos de implementaciones particulares, y estas varían ampliamente dependiendo de las necesidades, intereses, capacidades, interpretaciones, interacciones y metas de los participantes. De aquí que para evaluar toda especie de diseño educativo, resulta importante mantener en mente las limitaciones y restricciones de la evaluación. Por ello, se considera que la

efectividad de un diseño en un escenario no es garantía de la efectividad de éste en otros escenarios.

3. LOS ESTUDIOS DE DISEÑO FUNDAMENTADOS DESDE PIAGET Y VYGOTSKY

Los estudios de diseño han tenido como interés central el de formular marcos teóricos y metodológicos que prescriban una serie de metodologías de enseñanza con el fin de direccionar el aprendizaje de contenidos específicos. Para ello, se han apoyado en los fundamentos teóricos provenientes de Piaget y Vygotsky, dado que, éstos han planteado que la formación del pensamiento del estudiante pone la génesis del proceso que podría ser la clave para caracterizar el aprendizaje de contenidos específicos. Desde luego, para Piaget esta base fue evidente en su idea de la epistemología genética, y en Vygotsky se representa por medio del método histórico genético. Por tanto, los dos coincidieron en que la comprensión como pensamiento resulta ser un elemento crítico para entender lo que se considera como conocimiento.

En este sentido, los estudios de diseño se apoyan en los marcos teóricos y metodológicos provenientes de los dos eruditos antes mencionados. De ahí que, sea importante destacar algunos de los elementos provenientes de los fundamentos establecidos por éstos, a saber:

Entre las asunciones clave de Piaget, J. (1974) se considera que los niños están ubicados en un ambiente y se esfuerzan para darle sentido. Así pues, formuló tres intuiciones primarias que han sido de gran utilidad para la metodología de investigación basada en el diseño, a saber: (1) las visiones de los niños no son congruentes con las perspectivas de los adultos; (2) el proceso a través del cual los niños ganan una proficiencia cognitiva requiere que alcancen una comprensión progresivamente refinada por medio de la experiencia, para ello, se utilizan una serie de tareas que orientan hacia reconstrucciones cognitivas y cambio conceptual (incluyendo superar concepciones alternativas) implicando una coordinación de los procesos de asimilación y acomodación; y (3) para que las ideas lleguen a ser viables los niños deben evaluar la factibilidad, utilidad, y durabilidad por medio de un proceso de construcción de esquemas y de abstracción reflexiva. El famoso dictamen de Piaget, uno llega a conocer el mundo a través de conocerse uno mismo, enfatiza su visión que mientras el conocimiento implica descripciones de un mundo externo, éste también invariablemente implica una interacción entre el sujeto y él (ver Ackerman, E. (1995), ?).

También, el método clínico es una contribución importante de Piaget a la metodología de investigación basada en el diseño, porque, aporta elementos críticos que direccionan la implementación y evaluación de un ambiente de aprendizaje. La tarea central de éste tiene como propósito revelar las convicciones libres del niño, las cuales implican esquemas previamente formados, tendencias de pensamiento, y hábitos mentales. En este sentido, la hipótesis es el aserto que el niño inventa en sus explicaciones, el cual revela la tendencia espontánea de su mente; desde luego, el conocimiento de estos esquemas resulta esencial para el diseño de

estrategias de enseñanza exitosa.

Por otro lado, Vygotsky ha contribuido poderosamente a la evolución de la metodología de investigación basada en el diseño, dado que, esta aborda la problemática del aprendizaje de contenidos específicos, enfatizando el desarrollo individual dentro de un escenario sociocultural. Para esta perspectiva de investigación, las actividades culturales son la fuente primaria de la cognición, y forman el cómo un sujeto piensa ante una situación problemática. Así pues, esta se apoya en la máxima de Vygotsky, L.S. (1978):

”Toda función del desarrollo cultural del niño aparece doble, o en dos planos. En primer lugar, surge en el plano social y posteriormente en el psicológico. En segundo lugar, éstas emergen entre la gente como una categoría interpsicológica, y luego dentro del niño como una categoría intrapsicológica (p. 57)”

Por consiguiente, la teoría sociocultural de Vygotsky informa el diseño de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos, donde se conecta el pensamiento y el lenguaje como herramientas cognitivas que asisten al estudiante en la construcción de la comprensión del fenómeno en cuestión. Naturalmente, dichos marcos de nivel general informan la toma de decisiones curriculares e instruccionales, las cuales son traducidas en un material curricular de perspectiva sociocultural.

Otro aporte importante de Vygotsky a los estudios de diseño es la relación que establece entre el proceso de enseñanza-aprendizaje de un contenido específico, y el diseño de ambientes que asistan a los estudiantes en el desarrollo progresivo de sus concepciones alternativas. Para ello, establece el constructo de la zona de desarrollo proximal, la cual es considerada como el área comprendida entre lo que el niño puede hacer con la asistencia de un adulto o par más adelantado, y lo que realiza de manera autónoma. Asimismo, considera que un buen diseño y proceso de enseñanza será aquel que marche adelante del desarrollo y oriente a éste; es decir, que no apunta tanto a la madurez como a las funciones de la madurez (Vygotsky, L.S., 1978).

Por tanto, Piaget y Vygotsky suministran la justificación para categorizar los estudios de diseño como una metodología de investigación que produce teorías de dominio específico acerca de la enseñanza de un contenido. De hecho, tales estudios apoyan la visión del aula como un escenario complejo y condicional, en los que la guía de enseñanza se basa en afectar probablemente ciertos eventos y resultados ajustados a las condiciones de éste. En efecto, la hipótesis que fundamenta un ambiente de aprendizaje es implementada y evaluada en diferentes lugares, con el propósito de establecer tendencias que permitan rediseñar el material de enseñanza.

Basados en estas premisas y justificaciones, no se debe prescribir la práctica, pero si establecer principios que direccionen esta por medio de marcos explicatorios acompañados por los datos, la evidencia y los argumentos. Ahora bien, un marco explicatorio es considerado como un constructo que posee los siguientes aspectos: (1) es el mejor modelo de los resultados probables; (2) está estrechamente conectado a las teorías;

(3) es tan robusto para articular la evidencia desde múltiples fuentes de interacción dentro de auténticos escenarios ecológicos; (4) presentan una rigurosa documentación y análisis que fundamenta los ítems 1, 2, y 3; y (5); finalmente, es tan válido que resulta ser útil para otros quienes están familiarizados y van a experimentar en contextos similares (Confrey J., 2006).

4. LA EVOLUCIÓN DE LOS ESTUDIOS DE DISEÑO COMO METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

En el reporte de Confrey J. (2006), la investigación científica en educación (Shavelson & Towne, 2002), se mencionan tres amplios tipos de investigación que fueron discutidos: tendencias, efectos causales y mecanismos. Así pues, la perspectiva de la tendencia de mecanismo fue descrita como una investigación que responde el interrogante, cómo y por qué un evento sucede. En este sentido, los educadores de profesores adscribieron los estudios de diseño a este tipo de investigación. Así pues, se asume esta metodología de indagación como un enfoque analítico para examinar mecanismos alternativos de enseñanza-aprendizaje, los cuales se sustentan bajo ideas teóricas que son evaluadas a través del diseño, la implementación y el estudio sistemático de las herramientas educativas (ej., currículo, métodos de enseñanza, teorías del aprendizaje, teorías del proceso del diseño) que encarna las conjeturas iniciales del mecanismo (Confrey J., 2006).

Ahora bien, la NRC identificó dos productos provenientes de estos estudios: los procesos de diseño direccionados por una teoría y, las técnicas de implementación y refinamiento orientadas por los datos (estrategias instruccionales). Ambos productos pueden ser vistos como relacionados a una clase de investigación conocida como estudios de diseño, cuyo fin central descansa en la necesidad de fortalecer el fundamento instruccional (Elmore, R. F., 1996) e identificar la efectividad de los regímenes instruccionales como un factor crítico para mejorar la educación (Cohen, D. K. *et al.*, 2003). Es decir, la comunidad ha generado la necesidad por una mayor investigación que produzca guías útiles para asistir a los estudiantes en el aprendizaje de contenidos específicos (Lagemann, E. C., 2002).

Por tanto, los estudios de diseño son conceptualizados como una metodología de investigación que vincula formas particulares de ingeniería del aprendizaje y, estudios sistemáticos de dicho aprendizaje dentro de un contexto específico. Asimismo, estos son la extensión de la investigación sobre la interacción llevada a cabo por los diferentes agentes en el aula, en el momento en el que se representa una secuencia de actividades de aprendizaje de un contenido específico a unos estudiantes singulares. Desde luego, que dichas representaciones les brindan la oportunidad a ellos de internalizar las respectivas entidades, procesos y esquemas de pensamiento de orden superior que subyacen al fenómeno estudiado (Confrey J., 2006).

Por todo esto, los estudios de diseño buscan documentar qué recursos y conocimientos previos traen los estudiantes a las tareas, cómo ellos y los profesores interactúan, cómo las concepciones emergen y cambian,

y que recursos fueron usados. Además, se focalizan en cómo la enseñanza fue lograda en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, para ello se estudia el trabajo de los estudiantes, los registros de videos y la evaluación en el aula.

Desde luego, los investigadores del diseño prueban y refinan las conjeturas acerca de la trayectoria del aprendizaje de un contenido específico. Para ello, se basan en la evidencia recogida a lo largo del proceso iterativo, y en el ensamblado de los registros sobre lo que los estudiantes, profesores e investigadores aprenden desde el proceso de diseño, implementación y evaluación. De aquí que, conducen un análisis de la situación de diseño con el fin de producir un reporte y/o iteraciones de las tareas, materiales e instrumentación que producen un nuevo marco teórico sobre el aprendizaje de la disciplina en cuestión (Confrey J., 2006).

Otro elemento a destacar en los estudios de diseño, hace referencia a que éstos son rotulados como un paradigma emergente para la indagación del aprendizaje en contexto, a través del estudio sistemático de las estrategias y las herramientas de enseñanza (The Design-Based Research Collective, 2003). Conviene subrayar, que estos son distintos de los estudios curriculares y de evaluación (Confrey, J., & Stohl, V., 2004), de los análisis del discurso puro del aula (Gee, J. P., 1999), y de los estudios de investigación acción (Fernandez, C., & Yoshida, M., 2004). Adicionalmente, los estudios de diseño son herederos de muchas características provenientes de los estudios de entrevista clínica y los experimentos de enseñanza; además, son claramente ubicados dentro del campo de las ciencias del aprendizaje, dado que, buscan suministrar un conocimiento sistemático y garantizado sobre el aprendizaje, y producir teorías para guiar la toma de decisiones instruccionales con el fin de mejorar éste.

5. LA INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO Y SU CARÁCTER CIENTÍFICO

Los estudios de diseño emergen dentro de un contexto donde se le da una importancia alta a las investigaciones de perspectiva experimental, cuya meta se focaliza en el establecimiento de relaciones causales que modelan el fenómeno natural estudiado. Asimismo, los resultados provenientes de esta clase de investigación (ej., física, química y biología) son considerados de alta confiabilidad y veracidad. En este sentido, los estudios de diseño como una metodología de investigación han recibido críticas, dado que, en estos no se lleva a cabo de manera sistemática un control de variables, ni se formulan marcos teóricos de orden universal sino de un carácter situacional (ver Confrey J. (2006), Candela, B. F. (2016)).

A pesar de las críticas recibidas, los estudios de diseño son considerados como una metodología de investigación, dado que, éstos están conectados a un interrogante de indagación (Shavelson, R. J. *et al.*, 2003; Candela, B. F., 2016). Adicionalmente, en la estructura lógica de este tipo de estudios se puede ver claramente la mayoría de los principios que sustentan la investigación científica, a saber: interrogantes direccionados y articulados con el propósito de generar una teoría relevante; literatura desarrollada en forma sistemática; y

construcción de una teoría como producto de la cadena de razonamiento coherente y explícita que subyace al estudio en cuestión.

Por otra parte, todas las metodologías de investigación tienen sus ventajas y desventajas, sin embargo han servido para construir cuerpos de conocimiento que describen, explican y predicen fenómenos. Así, desde esta perspectiva a pesar de las restricciones de los estudios de diseño, estos tienen un papel importante para jugar entre las diferentes metodologías de investigación cuyo fin central es el estudio del aprendizaje de contenidos específicos en ambientes reales de enseñanza.

Hay que mencionar además, que los estudios de laboratorio o entrenamiento intentan controlar variables con la intención de determinar cómo la variable independiente afecta a unas pocas dependientes, por ejemplo, el aprendizaje de contenidos y las habilidades. Además, estos tienden a ser llevados a cabo en períodos de tiempo muy cortos que no permiten identificar los principales efectos del diseño en el aprendizaje de un contenido específico logrado por unos estudiantes. Así pues, Brown, A. L. (1992) siente que los estudios de laboratorio descuidan variables importantes que están estrechamente vinculadas con el éxito o el fracaso del diseño instruccional en cuestión.

En ese sentido, Collins, A. (1998) comparó los estudios de laboratorio del aprendizaje con los estudios de diseño en términos de siete aspectos contrastantes de su metodología, a saber:

1. Los escenarios de laboratorio vs las situaciones complejas. En los experimentos conducidos en el laboratorio se evita el efecto de la contaminación, así, los aprendices se concentran en tareas sin ninguna distracción o interrupción. Además, los materiales a ser aprendidos por ellos están bien definidos y son presentados en una manera estandarizada. Por el contrario, los estudios de diseño son puestos en situaciones complejas que caracterizan el aprendizaje en escenarios reales los cuales son inciertos y llenos de conflictos y valores.
2. Una única variable dependiente vs múltiples variables dependientes. En la mayoría de los experimentos psicológicos hay solo una variable dependiente, tal como el número de ítems a recordar o el porcentaje correcto en las respuestas a un examen de alguna especie. En cambio, en los estudios de diseño hay muchas variables dependientes que importan, aunque los investigadores no pongan atención a todas estas.
3. Control de variables vs caracterización de la situación. Los experimentos psicológicos usan una metodología de control de variables, donde la meta es identificar unas pocas variables independientes y dependientes, y mantener las otras variables en situación constante. Por el contrario, en los estudios de diseño, no hay un intento para sostener las variables constantes, en lugar de esto, la meta descansa en la caracterización de la situación que afecta a todas estas; adicionalmente, se lleva a cabo una triangulación con la intención de darle validez ecológica a los resultados.

4. Procedimientos fijos vs revisión de diseños flexibles. Los experimentos psicológicos siguen procedimientos fijos que son cuidadosamente documentados, así que, éstos pueden ser replicados por otros investigadores. En contraste, los estudios de diseño inician con procedimientos y materiales planeados, los cuales no son completamente definidos, y son revisados dependiendo de su éxito en la práctica.
5. Aislado de lo social vs interacción social. En la mayoría de los experimentos psicológicos los sujetos están aprendiendo aislados, es decir, no hay interacción con otros aprendices, y usualmente no interaccionan con un profesor o experto; además, los materiales a ser aprendidos simplemente son presentados a través de un texto o video. Por el contrario, los estudios de diseño son puestos en situaciones complejas, tales como el aula donde la interacción dialógica juega un papel clave.
6. Hipótesis a probar vs el desarrollo de un perfil. En los experimentos psicológicos los investigadores tienen una o más hipótesis, las cuales están siendo probadas sistemáticamente variando las condiciones de aprendizaje. En los estudios de diseño la meta es ver reflexivamente los diferentes aspectos que configuran la conjetura de aprendizaje formulada, con el propósito de desarrollar un perfil cualitativo y cuantitativo que caracterice el diseño en la práctica.
7. El experimentador vs el diseño y el análisis de co-participantes. En los experimentos psicológicos el experimentador toma todas las decisiones sobre el diseño y el análisis de datos, con la intención de mantener el control de lo que sucede y cómo éste fue analizado. En los estudios de diseño, hay un esfuerzo para implicar diferentes participantes en la propuesta, con el propósito de traer sus diferentes experticias en la producción y análisis del diseño.

Estas diferencias llevan a formular que los estudios de laboratorio son efectivos para identificar el efecto de variables particulares, pero, frecuentemente descuidan variables críticas para el éxito de toda intervención educativa. Así, Brown, A. L. (1992) valora esta especie de investigación por su papel en el desarrollo de un diseño, sin embargo, afirma que la implementación y la refinación de un diseño requieren de poner éste en escenarios complejos para poder ver su validez ecológica.

En cuanto a la investigación etnográfica, también es puesta en el contexto de ambientes de aprendizaje naturales, pero esta tiene algunas características de las ciencias analíticas, no intenta estudiar las intervenciones a partir de un marco teórico de referencia. En general, la investigación etnográfica pretende caracterizar las relaciones y eventos que ocurren en diferentes escenarios educativos. Esta no intenta de manera explícita transformar la práctica educativa, como sí lo es una meta de los estudios del diseño. No obstante, esta clase de investigación produce una rica descripción del conjunto de acciones de los sujetos estudiados, la cual hace posible comprender lo que está sucediendo en las aulas.

Para finalizar, los estudios a gran escala de las intervenciones educativas usan una variedad de medidas estandarizadas para determinar los efectos de un programa. De hecho, estos pueden ser usados para identificar

variables críticas y evaluar la efectividad de los programas en términos de las calificaciones alcanzadas por los estudiantes al enfrentarse a exámenes. Sin embargo, no suministran una especie de descripción detallada necesaria para guiar el refinamiento de la propuesta en consideración. Se destaca que estos son cruciales para la investigación sumativa, la cual converge con la investigación formativa que subyace a los estudios de diseño.

En definitiva, los estudios de diseño traen juntas dos piezas críticas con la intención de guiar el proceso iterativo de diseño, implementación y evaluación: un foco de diseño y un elemento de evaluación. Por tanto, la metodología de investigación etnográfica suministra métodos cualitativos para mirar cuidadosamente cómo un diseño juega en la práctica y cuáles son las variables sociales y contextuales que interactúan con las cognitivas. En tanto, los estudios a gran escala proporcionan métodos cuantitativos para evaluar los efectos de las variables independientes sobre las variables dependientes.

Por todo esto, como los estudios de diseño son contextualizados en escenarios educativos complejos, y tienen como tarea central producir teorías de dominio específico que sustentan un material de enseñanza, estos utilizan durante su desarrollo las dos perspectivas de investigación previamente mencionadas. De esta forma dicha metodología de indagación llena un nicho en el arreglo de los métodos experimentales que son necesario para mejorar las prácticas educativas.

6. PRINCIPIOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO

La comunidad de educación en ciencias ha llegado a la conclusión que esta especie de investigaciones requiere de un equipo de trabajo de alta calidad, es decir, que en los estudios de diseño se debe invertir gran cantidad de tiempo y cognición. Para ello, se establecen convenios entre los profesores de las escuelas y los miembros de un grupo de investigación con el fin de diseñar, implementar y evaluar un ambiente de aprendizaje diseñado. Es decir, que a través de esta clase de estudios se comienza a superar la brecha existente entre la teoría generada en la investigación y las prácticas del diseño y la enseñanza.

En este sentido, Collins, A. *et al.* (2004) afirman que la investigación del diseño se mueve en la dirección que encarna muchas prácticas que son el sustento teórico y metodológico de las actuales reformas en educación. Desde luego, que dicha tarea de diseño, implementación y evaluación debe ser llevada a cabo por equipos de investigadores y profesores quienes utilizan metodologías de investigación de carácter mixto (cualitativa y cuantitativa), con la intención de documentar y representar la efectividad de los ambientes de aprendizajes diseñados. Por tanto, esta metodología de investigación está fundamentada por unos principios los cuales pueden servir de heurística para guiar el trabajo de diseño, implementación y evaluación, a saber:

6.1. Principios del diseño de ambientes de aprendizaje

El material de enseñanza producto de la investigación del diseño está configurado por una serie de elementos y actividades de aprendizaje secuenciadas y temporalizadas, que se encuentran entrelazadas formando un sistema curricular coherente. Desde luego, los diferentes componentes de dicho material constituyen un sistema que debe presentar el principio de la coherencia intra e intercurricular, con el fin de asistir a los estudiantes en el aprendizaje por comprensión conceptual e integrado de un contenido (Shwartz, Y. *et al.*, 2008). Por tanto, el proceso del diseño de ambientes de aprendizaje puede ser recogido en los siguientes presupuestos:

- Seleccionar un contenido generativo o una gran idea.
- Descomponer y secuenciar la gran idea.
- Formular las metas de aprendizaje.
- Identificar dificultades de aprendizaje y concepciones alternativas alineadas con el contenido a representar.
- Identificar recursos curriculares de naturaleza analógica o digital, cuyas potencialidades estén en coherencia con las metas y dificultades de aprendizaje del contenido en consideración.
- Diseñar estrategias de enseñanza de acuerdo con las metas de aprendizaje y dificultades/concepciones alternativas.
- Diseñar y secuenciar actividades de aprendizaje que recojan cada una de las sub-ideas que configuran la gran idea.
- Diseñar estrategias de evaluación formativa y acreditativa.

6.2. Principios de la implementación de ambientes de aprendizaje

La implementación del material de enseñanza es considerada una de las fases clave en todo estudio de diseño. Así, se destaca que cada implementación de un diseño educativo es diferente, dado que, esta depende de las características del contexto o situación de enseñanza y aprendizaje. De ahí que, resulta importante identificar los elementos críticos de un diseño y cómo éstos interactúan dentro de un contexto de implementación, con el propósito de evaluar la efectividad y eficiencia de cada uno de los elementos constitutivos del material en cuestión. Desde luego, durante esta fase los investigadores trabajan colaborativa y cooperativamente con el profesor, detectando fortalezas y debilidades del material de enseñanza producto de las teorías de dominio específico con el fin de refinarlo.

Conviene subrayar, que en la fase de implementación algunos elementos del diseño del material de enseñanza serán implementados más o menos como los diseñadores lo propusieron; en tanto otros,

no se tomarán en cuenta durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. En efecto, esta decisión de implementación está influenciada por el sistema de conocimiento, creencias y valores del profesor quien lleva a cabo la enseñanza, tomando en consideración las características del contexto del aula.

6.3. Principios de la evaluación de ambientes de aprendizaje

La implementación de la secuencia de actividades que configuran el ambiente de aprendizaje produce un conjunto de datos de naturaleza cuantitativa y cualitativa. Por lo general, estos provienen de las siguientes fuentes: las intenciones de diseño que sustentan el material de enseñanza, las acciones del profesor y los estudiantes durante la puesta en escena de las actividades, y las metas de aprendizaje alcanzadas.

En los actuales momentos la evaluación formativa de los ambientes de aprendizaje desde la perspectiva de los estudios de diseño, se realiza a partir del modelo de efectividad adaptado por Alzaghbi, M. A. (2010) desde Millar, R. *et al.* (2002) (Véase figura 1). Éste permite identificar, obtener y suministrar información descriptiva acerca de la relación tripartita entre las intenciones de diseño formuladas en el ambiente de aprendizaje, las actividades realmente implementadas y los aprendizajes alcanzados por los estudiantes.

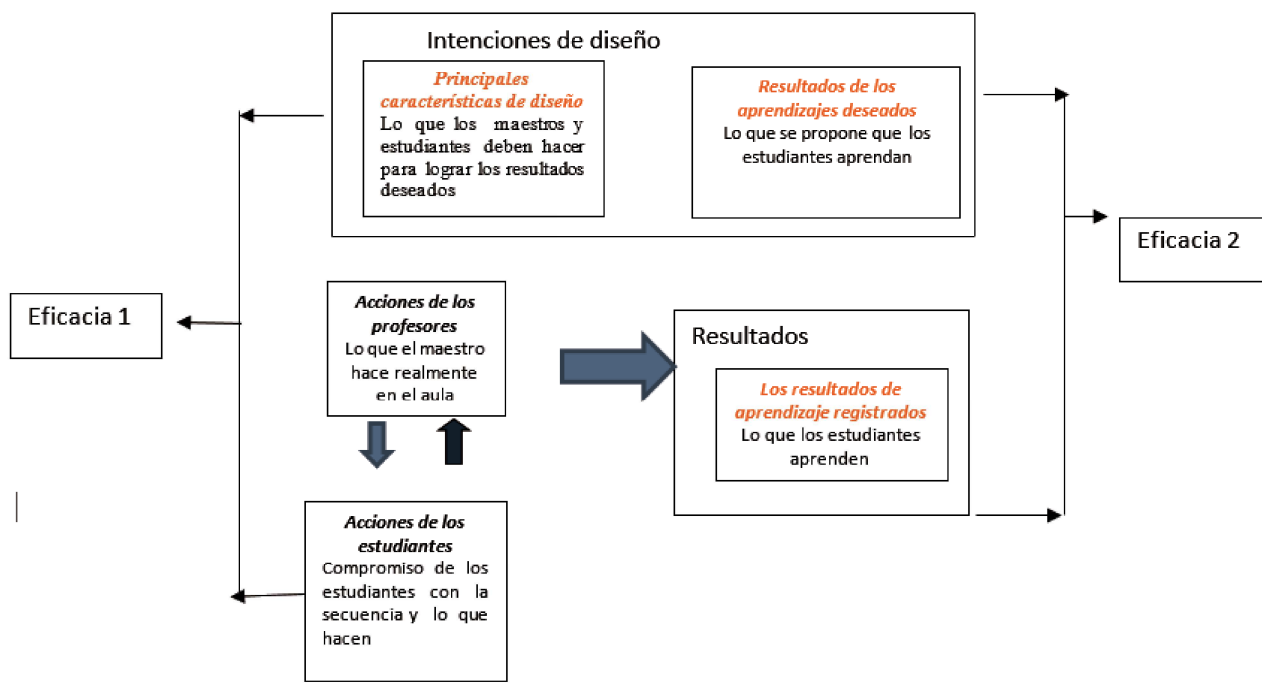


Figura 1: Modelo de evaluación tripartito adaptado por Alzaghbi, M. A. (2010) desde Millar, R. *et al.* (2002). Fuente: Alzaghbi, M. A. (2010)

7. CONCLUSIONES

Los estudios de diseño se focalizan en el diseño, implementación y evaluación de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos situados en contextos reales de enseñanza. Así, esta heurística de investigación tiene como fin que sus resultados puedan ser efectivamente usados para evaluar, informar y mejorar la práctica, al menos en el contexto de la implementación (o quizás en otros). De ahí que, si el material de enseñanza y la teoría de dominio específico que lo sustenta han impactado de forma positiva el contexto en cuestión, entonces deben ser transferidos y sostenidos a otros escenarios escolares, con el respectivo apoyo tecnológico y personal.

Un factor relevante de este nuevo paradigma de indagación hace referencia a que el diseño, la implementación y la evaluación de un ambiente de aprendizaje es una tarea de investigación colaborativa entre investigadores y profesores, cuyos productos se materializan en unas teorías de dominio específico que fundamentan el material de enseñanza. Así pues, la construcción de estos productos requieren de las siguientes acciones: evaluación de las necesidades del contexto local; revisión de la literatura, teoría y práctica desde otros contextos; y diseño específico de un ambiente de aprendizaje con el fin de mejorar la práctica de enseñanza.

Conviene subrayar, que el paradigma de los estudios de diseño establece una relación sinérgica entre la investigación y la práctica del diseño y la enseñanza de contenidos. Para ello, los investigadores orientan los procesos de indagación en colaboración con los participantes, diseñando e implementando sistemáticamente ambientes de aprendizaje con el fin de refinar y mejorar los diseños. Además, buscan avanzar en propósitos pragmáticos y teóricos que afecten la experiencia de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, al ciclo iterativo de diseño lo fundan valores educativos y científicos representados durante la implicación activa de los investigadores en los procedimientos de enseñanza-aprendizaje, y, en los procesos científicos de construcción, exploración, confirmación y difusión de las teorías de dominio específico que emergen de dicho ciclo. Por todo esto, se considera que los estudios de diseño poseen una característica inherente y de multinivel; es decir, los estudiantes están a la expectativa para construir el conocimiento de una disciplina específica, el profesor elabora el conocimiento acerca del estudiante aprendiendo el contenido disciplinar, y el investigador funda el conocimiento sobre ambos, además, el de la interacción entre los dos.

Finalmente, los estudios de diseño han sido informados por las teorías del aprendizaje desde la perspectiva cognitiva y sociocultural, con el fin de diseñar ambientes de aprendizaje que le brinde la oportunidad a los estudiantes de alcanzar una comprensión conceptual. Además, esta perspectiva de investigación conceptualiza el aula como un escenario complejo donde convergen una serie de variables entrelazadas, y se teje una red de fuerzas socioculturales las cuales influyen de manera directa en la construcción de significados por parte de los sujetos. En este sentido, esta comunidad de práctica concibe la construcción del conocimiento distribuido y socialmente situado donde las herramientas lingüísticas juegan un papel clave.

Referencias

- Ackerman, E. (1995). Construction and transference of meaning through form. In L. P. a. G. Steffe, J. (Ed.). *Constructivism in education* (pp. 341-354). Hillsdale, NJ.
- Alzaghbi, M. A. (2010). *Instructional Design: Development, implementation and evaluation of a teaching sequence about plant nutrition in Saudi*. University of Leeds.
- Brown, A. L. & Campione, J. C. (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems. In L. Schauble & R. Glaser (Eds.), *Innovations in learning: New environments for education* (pp. 289-298). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Brown, A. L. (1990). Domain-specific principles affect learning and transfer in children. *Cognitive science*, 14(1), 107-133.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Candela, B. F. (2016). *La ciencia del diseño educativo*. Programa Editorial. Cali. Universidad del Valle.
- Cobb, P. (2000). Conducting teaching experiments in collaboration with teachers. In Kelly, A. E. & Lesh, R.A. (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 307-333). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Cohen, D. K., Raudenbush, S. W., & Ball, D. L. (2003). Resources, instruction, and research. *Educational evaluation and policy analysis*, 25(2), 119-142.
- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp.15- 22). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Collins, A. (1998). Learning communities: Comments on papers by Brown, Campione and Ellery and by Riel. In J. G. Greeno and S. Goldman (Eds.). *Thinking practices*. Mahwah N J: Erlbaum.
- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Confrey J. (2006). The Evolution of Design Studies as Methodology. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. pp. 135-152.
- Confrey, J., & Stohl, V. (Eds.), National Research Council. (2004). *On evaluating curricular effectiveness: Judging the quality of k-12 mathematics evaluations*. Washington, DC: National Academy Press.

- Elmore, R. F. (1996). Getting to scale with good educational practice. *Harvard Educational Review*, 66(1), 1-26.
- Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). *Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gee, J. P. (1999). *An introduction to discourse analysis: Theory and method*. New York: Routledge.
- Karplus, R. & Their, H. D. (1967). *A new look a elementary school science*. Rand McNally. Chicago, IL.
- Kegan, R. (2009). What "form"transforms? A constructive developmental approach to transformative learning. In J. Mezirow & Associates (Eds.), *Contemporary theories of learning* (pp. 43-60). Routledge.
- Lagemann, E. C. (2002). Usable knowledge in education. Retrieved November 29, 2005, from the Spencer Foundation Web site: www.spencer.org/publications/index.htm.
- Lagemann, E. C. (2002). *An elusive science: The troubling history of education research*. Chicago: University of Chicago Press.
- Millar, R., A. Tiberghien., A & Maréchal J. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In. Psillos, D. and Niedderer, H. (eds.), *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publications, (pp. 9-20).
- National Research Council (NRC). (1996). National Research Council. *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Piaget, J. (1973). *The child and reality: Problems of genetic psychology*. (Tr. by Arnold Rosin.). London: Frederick Miller.
- Shavelson, R. J. & Towne, L. (Eds.). (2002). *Scientific research in education*. Washington, DC: National Academy Press.
- Shavelson, R. J., Phillips, D. C., Towne, L. & Feuer, M. J. (2003). On the science of education design studies. *Educational Researcher*, 32 (1), 25-28.
- Shwartz, Y., Weizman, A., Fortus, D., Krajcik, J. & Reiser, B. (2008). Middle School Science Curriculum: Coherence as a Design Principle. *A paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, March, 2008 Baltimore*.
- Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA: MIT Press.
- The Design-Based Research Collective (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational enquiry. *Educational Researcher*, 32 (1), 5-8.

Vygotsky, L.S. (1978) *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.