

La investigación basada en el diseño: algunos desafíos y perspectivas

Jenaro Guisasola 

Escuela de Ingeniería Dual. Instituto de Máquina Herramienta (IMH) y Donostia Physics Education Research Group (UPV/EHU). Donostia. España. jenaro.guisasola@imh.eus

[Recibido: 10 octubre 2023, Revisado: 16 marzo 2024, Aceptado: 17 abril 2024]

Resumen: El objetivo del trabajo es comentar algunas de las cuestiones que se siguen debatiendo sobre la investigación de diseño tales como su rigor metodológico y la falta de marco teórico. Mostrar que la investigación de diseño a lo largo de la última década se ha asentado como forma de investigación educativa, resalto los consensos alcanzados en la definición de sus características y compromisos epistémicos. Se muestran las coincidencias con los artículos publicados en esta revista. Se describe también, las principales críticas que se realizan a la investigación de diseño y, las perspectivas de futuro.

Palabras clave: Características de la Investigación de diseño; Críticas a la Investigación de diseño

Design-Based Research: Some Challenges and Insights

Abstract: The aim of the paper is to comment on some of the issues that continue to be debated about design research, such as its methodological rigour and the lack of a theoretical framework.. To show that design research over the last decade has established itself as a form of educational research, highlighting the consensus reached in defining its characteristics and epistemic commitments. I show the similarities with the articles published in this journal. It will also describe the main criticisms of design research and the prospects for the future.

Keywords: Characteristics of Design Research; Criticisms of Design Research

Para citar este artículo: Guisasola, J. (2024). La investigación basada en el diseño: algunos desafíos y perspectivas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 21(2), 2801. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i2.2801

Introducción

En el número de septiembre de 2020, esta revista anunciaba una nueva sección sobre investigaciones de diseño (Guisasola y Oliva, 2020) y, desde enero de 2021 se comienza a publicar artículos sobre el tema. Han pasado tres años desde que la REurEDC inició las publicaciones en esta línea de investigación y pienso que sería conveniente hacer algunas reflexiones sobre el desarrollo a nivel internacional de la investigación de diseño, así como de las aportaciones realizadas desde la revista. En primer lugar, mostraré brevemente los consensos alcanzado en la definición de las características de la investigación de diseño y sus compromisos epistémicos (apartado 1). Terminaré el apartado con la descripción de las coincidencias con los artículos publicados en esta revista. En segundo lugar, describiré las principales críticas que se realizan actualmente a la investigación de diseño y las posibles respuestas a dichas críticas (apartado 2). Finalizaré con algunos comentarios sobre el futuro contexto donde ubicar la investigación de diseño en la investigación educativa.

Características de la investigación basada en el diseño

Desde hace tres décadas que recibió su nombre formalmente (Brown, 1992; Collins, 1992) la Investigación de Diseño se centra en el análisis del aprendizaje en la bulliciosa confusión de las aulas. Esta línea de investigación surge de la evidencia de que muchas

innovaciones en las aulas proporcionan, en general, muy poco conocimiento sistemático para guiar el desarrollo de futuras innovaciones. El objetivo de construir una metodología más sistemática para realizar experimentos de diseño y, en particular, desarrollar una teoría del diseño para guiar la implementación de futuras investigaciones, no es tarea fácil. Como indica Brown (1992) un entorno de aprendizaje está constituido por múltiples aspectos que incluyen desde la selección de contenidos hasta la formación del profesorado: “Central to the enterprise is that the classroom must function smoothly as a learning environment before we can study anything other than the myriad possible ways that things can go wrong. Classroom life is synergistic: Aspects of it that are often treated independently, such as teacher training, curriculum selection, testing, and so forth actually form part of a systemic whole” (p. 142).

La investigación de diseño asume que el aprendizaje es contextual y, por tanto, los diseños para el aprendizaje están contextualizados. La pregunta que centra las investigaciones de diseño no es si “algo” funciona, sino cómo funciona un entorno de aprendizaje (Desing-Based Research Collective, 2003). De manera similar, otro aspecto crítico de la investigación de diseño es su preocupación sobre los resultados del experimento de diseño. En este artículo, entiendo por “experimentos de diseño” tanto la “ingeniería” de formas particulares de aprendizaje como el estudio sistemático de esas formas de aprendizaje dentro del contexto definido por los medios para apoyarlas (Cobb et al., 2003). La preocupación sobre los resultados obtenidos ha llevado a nuevas formas de evaluar cómo el entorno de aprendizaje diseñado fomenta la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el aprendizaje reflexivo (Psillos y Kariotoglou, 2016). Así pues, la investigación de diseño aborda, por un lado, la necesidad de tener una comprensión más sistemática de los logros y desafíos en diseñar e implementar entornos educativos innovadores. Por otro lado, contribuye a generar herramientas didácticas de diseño que permitan mediar entre las asunciones teóricas del diseño y la práctica educativa en el aula (Cobb et al., 2003). La investigación de diseño es una actividad teórica que asume intrínsecamente hipótesis de cómo ocurre el aprendizaje en algunos contextos y cómo apoyarlo. En la Figura 1 se esquematiza el papel de puente de la investigación de diseño entre las asunciones teóricas de la enseñanza-aprendizaje y la implementación en el aula de propuestas concretas.

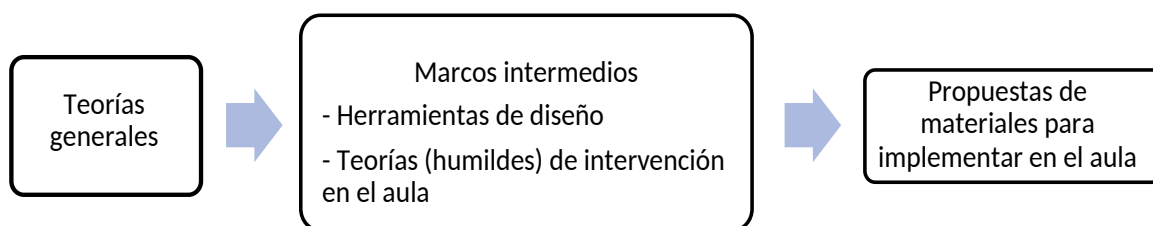


Figura 1. La investigación de diseño contribuye a definir marcos intermedios para hacer explícitas las decisiones de diseño para la intervención en el aula.

En los últimos años, la investigación de diseño ha evolucionado hasta convertirse en un paradigma aceptado de investigación educativa (Anderson y Shattuck, 2012; Barab y Squire, 2004). Se ha publicado un *handbook* (Kelly et al., 2014), editado libros (Dai, 2012; Kortland y Klaassen, 2010; Van den Akker et al., 2006) y números o secciones especiales de revistas de prestigio (Kolodner, 2004; Guisasola y Oliva 2020; Sandoval y Bell, 2004). El reconocimiento de la investigación de diseño es evidente en su inclusión en varios *handbook* de investigación en educación y en enseñanza de las ciencias (Guisasola et al., 2023; Sandoval, 2013).

Existe un consenso en la comunidad de investigación de diseño en considerar que esta investigación se alinea con los métodos de investigación en ingeniería didáctica, donde los productos están diseñados para objetivos concretos (Artigue, 1994; Guisasola et al., 2021; Kelly, 2014). Los investigadores utilizan la investigación basada en el diseño de la misma manera que un ingeniero desarrolla un nuevo producto: primero, los investigadores identifican un problema que necesita ser abordado (por ejemplo, un problema de aprendizaje particular que tienen los estudiantes). Luego, diseñan una posible “conjetura de solución” al problema en forma de herramientas de diseño (p.e.: demandas de aprendizaje, estrategias de enseñanza, materiales curriculares etc.) que, según la teoría y la investigación previa, apoyan la resolución del problema. Una vez realizado el diseño del material, los investigadores lo ponen a prueba en el aula para contrastar el efecto sobre el aprendizaje de los estudiantes (ver p.e. Zuza et al., 2020). A medida que se realiza el experimento de diseño los investigadores evalúan los elementos de enseñanza utilizados y las evidencias de su posible efectividad. Finalmente, los investigadores reflexionan sobre los resultados de la implementación, reflexionando sobre los supuestos teóricos asumidos, herramientas didácticas, y secuencias de actividades que han obtenido resultados positivos en el aprendizaje de los estudiantes, revisando aquellos aspectos que no fueron útiles para el aprendizaje. Se reflexiona sobre cómo la investigación de diseño ha contribuido a la teoría en la que se basa el experimento (Collins et al., 2004). Esto conduce a otro ciclo de investigación de diseño, experimentación, evaluación y reflexión para refinar aquellas herramientas didácticas que apoyan el aprendizaje de los estudiantes. He caracterizado este ciclo iterativo en la figura 2 a partir de Easterday et al. (2014) y Guisasola et al. (2023). Aunque la figura distingue cuatro fases, éstas a menudo se superponen conforme avanza la investigación y se obtienen datos empíricos.

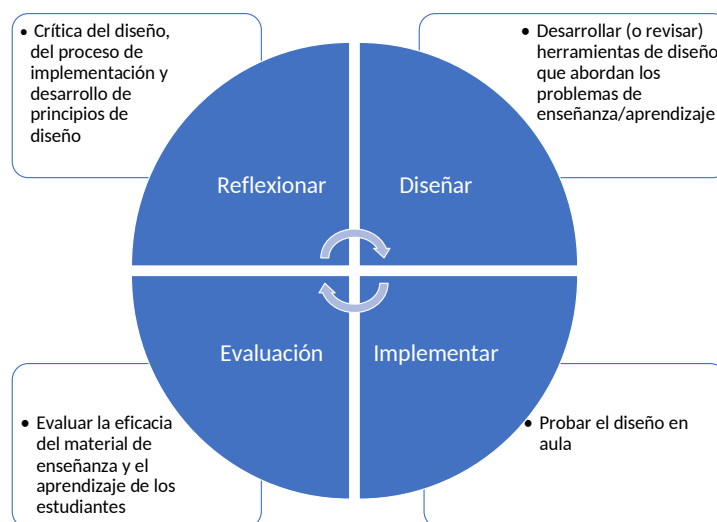


Figura 2. Cuatro fases en la investigación de diseño.

Es necesario destacar que la investigación basada en el diseño no impone requisitos específicos para desarrollar las fases señaladas. Anderson y Shattuck (2012) afirman que “DBR is largely agnostic when it comes to epistemological challenges to the choice of methodologies used and typically involves mixed methods using a variety of research tools and techniques..... Moreover, the choice of methods and the focus on authentic and meaningful issues resonate with the pragmatic philosophy and outlook associated with American the pragmatic philosophy and outlook associated with American pragmatism, associated with, notably, Charles Sanders Peirce, John Dewey, and William James and later Abraham Kaplan and Richard Rorty” (p. 17).

No obstante, en mi opinión, la investigación basada en el diseño tiene, lo que Engeström (2008) llama “hilos o principios epistémicos” que atraviesan la teoría, la metodología y la investigación empírica para dotar a la investigación de una lógica que guía la metodología y apoya el razonamiento sobre los datos obtenidos. En el caso de la investigación de diseño, estos compromisos epistémicos incluyen:

- a) Desarrollar la investigación de diseño utilizando experimentos de enseñanza iterativos en las aulas (Brown, 1992; Kelly et al., 2014);
- b) Explicitar las asunciones teóricas generales, educativas, psicológicas, filosóficas, etc. que guían la elección de las herramientas didácticas y estrategias de enseñanza. Esto implica que la investigación basada en el diseño también investiga por qué funcionó el diseño y cómo se puede generalizar a otros entornos de aprendizaje (Barab y Squire 2004; Cobb et al., 2003);
- c) Asumir el objetivo de medir cambios en el aprendizaje de los estudiantes en el aula en relación a dificultades concretas. Esto garantiza que la investigación sea directamente aplicable y tenga impacto en estudiantes y profesorado en el aula (Anderson y Shattuck, 2012; Hoadley, 2004; McKenney y Reeves, 2013);
- d) Generar principios de diseño o bien, teorías del aprendizaje, “teorías humildes” en el sentido que son dependientes de un contexto más o menos concreto (Cobb et al., 2003), que guíen el desarrollo y la implementación de futuras herramientas de instrucción. Este compromiso hace que los hallazgos de la investigación deban tender a ser ampliamente aplicables para su uso en una variedad de entornos de aula (Dai, 2012; Kortland y Klaassen, 2010; Psillos y Kariotoglou, 2016).

Otros enfoques de investigación educativa tienen alguno de los compromisos mencionados, pero lo que distingue a la investigación de diseño de otras es su preocupación simultánea por todos ellos.

Una muestra de la variedad de métodos dentro de los compromisos epistémicos de la investigación en diseño son las investigaciones empíricas sobre intervención educativa publicadas en esta revista REurEDC durante los últimos tres años (ver Anexo). De los trece artículos publicados, nueve muestran investigaciones de intervención educativa en Educación Primaria 6-12 años (tres artículos), en Educación Secundaria 12-18 años (cuatro artículos) y en Universidad (dos artículos) en el Grado en Educación Primaria. Estos artículos muestran una variedad de enfoques educativos, pero todos ellos incluyen los compromisos epistémicos mencionados.

Algunas críticas a la investigación basada en el diseño

A pesar del auge de la investigación de diseño y del aumento de estudios en esta línea, sigue existiendo confusión sobre la investigación de diseño como metodología. Un conjunto de críticas se centra en afirmar que la investigación de diseño carece de rigor metodológico o criterios claros (Dede, 2004; Kelly, 2004; Shavelson et al., 2003). Kelly (2004), entre otros, apunta que el conjunto de procedimientos y descriptores que utiliza la investigación de diseño debe respaldarse con una estructura conceptual (un logos) que guía el uso de un método y que sustenta la justificación de sus resultados (método + logos). En otras palabras, la crítica a la investigación de diseño es que carece de marco teórico que proporcione los argumentos que justifiquen el análisis de muestras y elección de procedimientos. Un área de investigación necesita un marco teórico con un lenguaje y

objetivos compartidos que pueda guiar y permitir comparar diferentes enfoques y métodos (Laudan 1984). Es necesario disponer de un marco teórico como una estructura de objetivos y conceptos que permita justificar la metodología y las conclusiones de la investigación. Entonces, las preguntas que se formulan los críticos son tales como: ¿Dónde está la estructura conceptual “separable” que justifica la recopilación de determinados datos y no de otros y en qué condiciones? ¿Qué guía la metodología con estos datos para elaborar un argumento plausible?

Los investigadores de diseño responden que es posible que la investigación en diseño no sea una metodología en el sentido mencionado, ya que no está claro que exista un marco teórico que guíe un conjunto de métodos que puedan identificarse como metodología de diseño. Sin embargo, la investigación de diseño a acumulado a lo largo de los años un conjunto de conocimientos que tienen en común una serie de compromisos epistémicos y que constituyen una estructura conceptual que justifica la utilización de determinados métodos y análisis de datos (Engeström, 2008). En este sentido, diferentes estudios sobre la investigación científica (Eflin, et al., 1999; Pickering, 1995) sugieren que el rigor y la calidad de la investigación no se encuentran necesariamente en un marco teórico abstracto, sino en las descripciones particulares de la investigación. Por ejemplo, la investigación en física tiene un marco teórico y una metodología propios (logos y métodos) que garantiza la rigurosidad de las investigaciones en diferentes campos de la física. Sin embargo, como ejemplifica Pickering (1984), en la construcción del concepto de quark, no necesariamente el marco teórico abstracto conduce y justifica la rigurosidad de la teoría explicativa en un contexto concreto. Pickering, en el ejemplo del quark, muestra que la naturaleza imprevisible del cambio en ciencia (la discordancia inesperada entre la experiencia y las predicciones del modelo teórico) está moldeada por las contingencias sociales, tecnológicas, conceptuales y matemáticas, las prácticas disciplinares y la intervención humana, que llevaron a la construcción del quark para la explicación justificada en un contexto concreto. Es decir, no siempre la distancia entre el marco teórico y la investigación en un contexto específico pueden justificar la metodología empleada.

A pesar de la argumentación anterior, es necesario discutir con mayor detalle las críticas sobre la metodología de las investigaciones de diseño detalle. Las críticas de los investigadores en relación a los métodos surgen principalmente de dos aspectos: A) la justificación y argumentación de los procesos causales; B) la generalización en la investigación de diseño.

A.- La justificación y argumentación de los procesos causales

El malestar que sienten muchos investigadores conservadores en educación en relación con la metodología en DBR surge de la comprensión de que muchas variables no se controlan apropiadamente y/o no se definen deliberadamente. Para algunas metodologías cuantitativas en educación, el tipo de estrategias de investigación en DBR con intervenciones de diseño en evolución (readaptaciones en el flujo de la enseñanza en el aula) son similares a implementaciones aleatorias que pueden parecerse más a un castigo tipo Sísifo (en cada estudio volver a empezar) que a un nuevo enfoque de investigación prometedor. Los críticos argumentan que justificar resultados de investigación con implementaciones caóticas que tienen altas relaciones “ruido-señal”, recopilando enormes cantidades de datos y examinándolos selectivamente parece fuera de lugar. Estos problemas están relacionados en gran parte con explicar los procesos causales de los resultados detectados, así como la validez y fiabilidad de los métodos utilizados.

Los defensores del DBR responden que en el caso de la investigación de diseño el proceso de causalidad es necesariamente multi-variable y multi-relacional debido a que en el contexto del aula hay demasiadas variables y demasiadas interacciones (Eisenhart y Howe, 1992). Las investigaciones de diseño como medio para descubrir procesos causales no están orientadas frecuentemente, a encontrar efectos sino a encontrar “patrones de cambio”, a comprender cómo surgen los efectos deseados (y no deseados) a través de las interacciones en un entorno diseñado. Estos patrones de cambio surgen de las interacciones complejas entre múltiples elementos de un diseño y las personas implicadas en el entorno particular. Esto exige métodos que permitan la observación y el análisis de tales interacciones. La función de los elementos del cuadro “Marcos Intermedios” (ver figura 1) es apoyar procesos de mediación en el diseño y el control de la validez y fiabilidad de los instrumentos que permitan clarificar las demandas de justificación. Por ejemplo, las normas epistémicas y sociales de trabajo en el aula derivadas del marco intermedio denominado “Enseñanza/Aprendizaje por indagación”, se establecen a través de las asunciones teóricas, las hipótesis de investigación y dentro de un contexto de aprendizaje, no como variables aisladas. En este sentido, podemos decir que los elementos que componen un diseño no se capturan fácilmente como variables, sino más bien como patrones de cambio que justifican los procesos causales (Anderson y Shattuck, 2012). Esta metodología lleva inevitablemente a la utilización de métodos mixtos cualitativos y cuantitativos.

Cabe resaltar que, durante los últimos tres años, esta revista REurEDC ha publicado artículos teóricos sobre cuestiones de rigurosidad en la investigación de diseño, su metodología y procesos de justificación (ver Anexo). De los trece artículos publicados, cuatro tratan aspectos de fundamentación tales como las características del DBR, el rediseño y el diseño en DBR y, sobre evaluación de SEA en DBR.

B.- La generalización de la investigación de diseño

Otra crítica frecuente en relación a la metodología, es la relacionada con la generalización en la investigación de diseño. En la investigación de diseño se suele tener una tendencia a pasar directamente de una implementación a pequeña escala a la de gran escala. Los críticos argumentan que en muchas de las investigaciones de diseño la muestra es pequeña o reducida a un sólo contexto escolar, y que la generalización que hacen estas investigaciones, suponiendo que el proceso sería similar en otros centros escolares no es de recibo. Los críticos a las investigaciones DBR abogan por trayectorias de investigación a escala creciente. Sin embargo, la investigación de diseño replica que existen argumentos en investigación educativa que indican que no está claro que una trayectoria de menor a mayor escala sea la única posibilidad de generalización (Middleton et al., 2008). Desde la investigación de diseño se argumenta, por una parte, que por supuesto una trayectoria de investigación a escala creciente tiene sentido. Sin embargo, generalizar a través de variar el tamaño del contexto tiene el coste de poner a prueba la capacidad del equipo de investigación para realizar observaciones detalladas de cada contexto y su evaluación. Al aumentar el número de factores que influyen se complica el control de los elementos de comparación de contextos escolares.

Por otra parte, una visión alternativa de la generalización de resultados es considerar nuevos contextos a la misma escala, donde los nuevos contextos son elegidos para eliminar los posibles sesgos locales de contexto, profesorado y alumnado. El objetivo de la variación del contexto es posibilitar explicaciones más claras de los elementos de diseño que parecen más importantes para producir los resultados deseados o quizás, limitar los no

deseados (diSessa y Cobb, 2004). Dicho esto, en ocasiones, sigue siendo cierto que las investigaciones de diseño omiten los detalles necesarios de cómo los datos analizados de una intervención conducen y justifican las revisiones del diseño. Esta falta de explicaciones sobre las modificaciones de los diseños y sus consecuencias se debería evitar en el futuro.

La investigación de diseño propone que desarrollo de explicaciones generalizables de las funciones y productos de la investigación de diseño requiere de grupos con trayectorias dilatadas de investigación. Ver la investigación de diseño como una trayectoria evita la crítica de que un experimento de diseño no puede simultáneamente analizar la evaluación del diseño y construir teorías de aprendizaje (Phillips y Dolle, 2006). Muchas investigaciones de diseño con una dilatada trayectoria han desarrollado productos que pueden exportarse más allá de los contextos en que se desarrollan y buscan la generalización por comparación de resultados en diferentes contextos escolares, aunque lógicamente también se amplía la escala de la investigación. Ejemplos a nivel internacional, entre otros, son los materiales denominados “tutorials” del grupo de Investigación en Física de la Universidad de Washington que han sido probados a lo largo de décadas en el nivel de física introductoria en la universidad en múltiples universidades norteamericanas (McDermott y Shaffer, 2002; Slezak et al., 2011). Otro ejemplo a nivel internacional es la propuesta de la herramienta didáctica “learning demands” del Grupo de la Universidad de Leeds para el diseño de materiales didácticos. Esta herramienta ha sido ampliamente utilizada en el Reino Unido y también por otros grupos de Investigación Europeos (Leach y Scott, 2002; Ametller et al., 2007). En nuestro país, entre otros ejemplos, tenemos contribuciones en enfoque de enseñanza como los llamados “Programas de actividades” o “Enseñanza Problematicada por indagación” (Gil y Martínez-Torregrosa, 1987; Jimenez-Liso et al., 2022; Martínez-Torregrosa et al., 2018) con una gran influencia en el diseño de materiales didácticos de Física y Química en todo Iberoamérica.

Comentario final

El objetivo aquí ha sido comentar algunas de las cuestiones que se siguen debatiendo sobre la investigación de diseño. Mostrar que la investigación de diseño a lo largo de la última década se ha asentado como forma de investigación educativa y, en definitiva, que ha venido para quedarse. Así lo hemos mostrado en la sección de la REurEDC correspondiente. No obstante, la investigación de diseño no está libre de críticas que debe afrontar en un futuro y que concierne a su metodología, justificación y generalización de los resultados.

Las críticas a la investigación de diseño reflejan la tensión entre los enfoques positivista y etnográfico en la investigación educativa. El enfoque positivista enfatiza el uso de ensayos aleatorios, la selección de grupos de control y experimental válidos, así como grandes muestras estadísticas y múltiples contextos de investigación. En este enfoque de investigación se parte del supuesto de que los investigadores saben lo que quieren implementar y cómo quieren cambiar la práctica educativa. Los investigadores definen el diseño, el profesorado lo implementa (y contribuye en ocasiones, a su modificación) y los estudiantes aprenden mejor. La tarea de la investigación es comprobar si se logran o no los resultados deseados. Mientras que la investigación etnográfica educativa busca indagar, examinar y comprender los procesos de enseñanza-aprendizaje de manera general o particular. Es una investigación cualitativa, antropológica, participativa y basada en la observación que se lleva a cabo. En este sentido la etnografía ofrece atentas descripciones y

trata de aportar modelos para comprender la dinámica escolar, con la finalidad de la mejora de la práctica. La investigación de diseño se encuentra más cercana al enfoque etnográfico ya que reconoce la complejidad de los entornos educativos, se preocupa por cómo se hace el diseño y por qué, e implica al profesorado en compartir el diseño en el contexto donde se implementará (Barab y Kirsher, 2001).

Los defensores de DBR para responder a las preocupaciones de los metodólogos positivistas suelen recordar la historia apócrifa del borracho que busca sus llaves perdidas en los lugares bien iluminados por la farola donde puede ver, en vez de en el lugar oscuro de la calle donde las dejó caer. Los investigadores en DBR para hacer frente a la complejidad de la intervención educativa (lugares de penumbra), proponen una metodología mixta de investigación que combina instrumentos cuantitativos orientados a variables (enfoque positivista), con otros cualitativos basados en la justificación mediante la argumentación (enfoque etnográfico) (Dawadi et al., 2021; Maxwell, 2004).

Los investigadores de diseño se sienten a veces en un aprieto, ya que frecuentemente existen fuertes presiones desde las agencias evaluadoras y de los evaluadores de revistas de alto índice de impacto para atenerse a la metodología probada de la ciencia positivista. Afortunadamente, en los últimos años, esta situación está cambiando y desde revistas relevantes y agencias de evaluación se admiten enfoques cualitativos y mixtos si se fundamentan con la misma rigurosidad (no con los mismos métodos) que los enfoques positivistas. Desde la sección *Investigaciones de Diseño* de REurEDC, se pretende seguir apoyando investigaciones que abordan el hermoso “desorden” de enseñar en el aula desde investigaciones prácticas y teóricas que ayuden al profesorado e investigadores/as a mejorar la enseñanza de las ciencias experimentales. Son necesarias contribuciones que expliquen detenidamente en qué un material educativo sobre un tema concreto del curriculum mejora los materiales previos disponibles y cómo logra un mayor y mejor aprendizaje, así como contribuciones que expliquen cómo la investigación de diseño mejora la forma de diseñar y evaluar los materiales educativos.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Carles Furió su influencia en mi orientación y formación en investigación en la enseñanza de las ciencias. Conocí a Carles Furió en una reunión de Colegios Profesionales en 1987, en Madrid; Por casualidad, fuimos juntos a cenar con otros colegas y allí comenzamos una larga conversación sobre enseñar ciencias. Desde entonces, Carles ha sido amigo, colega y mentor, cumpliendo cada función a la perfección. Eskerrik asko, Carles.

Referencias

- Anderson, T. y Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress. *Educational Psychologist*, (4), 39. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Amettler, J., Leach, J. y Scott, P. (2007). Using perspectives on subject learning to inform the design of subject teaching: an example from science education. *The curriculum journal*, 18(4), 479-492. <https://doi.org/10.1080/09585170701687928>
- Artigue, M. (1994). Didactical engineering as a framework for the conception of teaching products. *Didactics of mathematics as a scientific discipline*, 13, 27-39.

- Barab, S. y Squire, K. (2004) Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2, 141-178. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, R. y Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational researcher*, 32(1), 9-13.
- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. En E. Scanlon y T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp. 15-22). New York, NY: Springer-Verlag.
- Collins, A., Joseph, D. y Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Dai, D. Y. (2012). *Design research on learning and thinking in educational settings: Enhancing intellectual growth and functioning*. Routledge.
- Dawadi, S., Shrestha, S. y Giri, R. A. (2021). Mixed-methods research: A discussion on its types, challenges, and criticisms. *Journal of Practical Studies in Education*, 2(2), 25-36. <https://doi.org/10.46809/jpse.v2i2.20>
- Dede, C. (2004). If design-based research is the answer, what is the question? *Journal of the Learning Sciences*, 13, 105-114.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- diSessa, A. y Cobb, P. (2004) Ontological Innovation and the Role of Theory in Design Experiments. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 77-103.
- Easterday M., Rees Lewis D. y Gerbe E., (2014). Design-based research process: Problems, phases, and applications. En J. L. Polman, E. A. Kyza, D. K. O'Neill, I. Tabak, W. R. Penuel, A. S. Jurow, K. O'Connor, T. Lee y L. D'Amico (Eds.), *Proceedings of International Conference of Learning Sciences* (pp. 317-324), International Society of the Learning Sciences, Boulder, CO.
- Eflin, J. T., Glennan, S. y Reisch, G. (1999). The nature of science: A perspective from the philosophy of science. *Journal of research in science teaching*, 36(1), 107.
- Eisenhart, M. A. y Howe, K. R. (1992). Validity in educational research. En M. D. LeCompte, W. L. Millroy y J. Preissle (Eds.), *The Handbook of qualitative research in education* (pp. 307-324). San Diego: Academic Press.
- Engeström, Y. (2008). From design experiments to formative interventions (keynote). In *International Conference of the Learning Sciences, Utrecht, NL*.
- Kelly A.E. (2004) Design Research in Education: Yes, but is it Methodological? *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 115-128.
- Kelly, A. E. (2014). Design-based research in engineering education: Current state and next steps. En A. Johri y B. M. Olds (Eds.). *Cambridge handbook of engineering education research*. (pp 497-517). Cambridge University Press.

- Kelly, A. E., Lesh, R. A. y Baek, J. Y. (2014). *Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching*. New York, NY: Routledge.
- Kolodner, J.L. (2004). Design-based research: Clarifying the terms. *Special issue: Journal of the Learning Sciences*, 13(1).
- Kortland K. y Klaassen K. (2010). *Designing theory-based teaching-learning sequences for science education: Proceedings of the symposium in honour of Piet Lijnse at the time of his retirement as professor of physics didactics at Utrecht University*, Utrecht, Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education
- Gil, D. y Martínez-Torregrosa, J. (1987). Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12.
- Guisasola J. y Oliva J.M. (2020) Nueva sección despecial de REurEDC sobre investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3001. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3001
- Guisasola, J., Ametller, J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1). http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Guisasola, J., Zuza, K., Sarriugarte, P., y Ametller, J. (2023). Design Based Teaching-Learning Sequences in Physics Education: A Rising Line of Research. En Thasar y Heron (Eds.). *International Handbook of Physics Education Research* (pp. 1-26). AIP Publishing.
- Hoadley, C. M. (2004). Methodological alignment in design-based research. *Educational Psychologist*, 39(4), 203–212. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3904_2
- Jimenez-Liso, M. R., Bellocchi, A., Martinez-Chico, M. y Lopez-Gay, R. (2022). A model-based inquiry sequence as a heuristic to evaluate students' emotional, behavioral, and cognitive engagement. *Research in Science Education*, 52(4), 1313-1334. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10010-0>
- Laudan, L. (1984). *Science and values*. Berkely, CA: University of California Press
- Leach, J. y Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: An approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education* 38(1), 115-142. <https://doi.org/10.1080/03057260208560189>
- Martínez-Torregrosa, J., Limiñana, R., Menargues, A. y Colomer, R. (2018). In-depth teaching as oriented-research about seasons and the sun/earth model: effects on content knowledge attained by preservice primary teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 17(1), 97-119. <http://doi.org/10.33225/jbse/18.17.97>
- Maxwell, J.A. (2004). Causal explanation, qualitative research, and scientific inquiry in education. *Educational Researcher*, 33, 3 – 11. <https://doi.org/10.3102/0013189X033002003>

- McDermott, L. C. y Shaffer, P. S. (2002). *Tutorials in introductory physics* (pp. 1-245). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- McKenney, S. y Reeves, T. C. (2013). Systematic review of design-based research progress: Is a little knowledge a dangerous thing? *Educational Researcher*, 42(2), 97–100. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463781>
- Middleton, J., Gorard, S., Taylor, C. y Bannan-Ritland, B. (2008). The “complete” design experiment: From soup to nuts. En A. E. Kelly, R. A. Lesh y J. Y. Baek (Eds.), *Handbook of design research methods in education* (pp. 21–46). New York, NY: Routledge.
- Phillips, D. C. y Dolle, J. R. (2006). From Plato to Brown and beyond: Theory, practice, and the promise of design experiments. En L. Verschaffel, F. Dochy, M. Boekaerts y S. Vosniadou (Eds.), *Instructional psychology: Past, present and future trends: Sixteen essays in honour of Erik DeCorte* (pp. 277–293). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier
- Pickering, A. (1984) *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Pickering, A. (1995). *The mangle of practice: Time, agency, and science*. Chicago, IL: University of Chicago Press
- Psillos D. y Kariotoglou P. (2016,). *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences*, Springer.
- Sandoval, W. A. (2013). Educational design research in the 21st century. En *Handbook of design in educational technology* (pp. 388-396)
- Sandoval, W. A. y Bell, P. (2004). Design-based research methods for studying learning in context [Special issue]. *Educational Psychologist*, 39(4).
- Shavelson, R. J., Phillips, D. C., Towne, L. y Feuer, M. J. (2003). On the Science of Education Design Studies. *Educational Researcher*, 32(1), 25-28. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001025>
- Slezak, C., Koenig, K. M., Endorf, R. J. y Braun, G. A. (2011). Investigating the effectiveness of the tutorials in introductory physics in multiple instructional settings. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(2), 020116.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. y Nieveen, N. (Eds.). (2006). *Educational design research*. London, England: Routledge
- Zuza, K., Sarriugarte, P., Ametller, J., Heron, P. R. y Guisasola, J. (2020). Towards a research program in designing and evaluating teaching materials: An example from dc resistive circuits in introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020149. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020149>

Anexo. Relación de artículos publicados en orden cronológico en la sección de Investigaciones de diseño

Artículo	Tipo de artículo
Guisasola et al. (2021) <i>REurEDC 18(1)</i>	Fundamentos. Características DBR
Greca et al. (2021) <i>REurEDC 18(1)</i>	Investigación de intervención educativa en Educación Primaria (11-13 años)
Rodríguez-Mora et al. (2021) <i>REurEDC 18(1)</i>	Investigación de intervención educativa en 2ª ciclo de E.S.O (14-16 años)
Cobo-Huesa et al. (2021) <i>REurEDC 18(3)</i>	Investigación de intervención educativa en tercer y cuarto curso del Grado de Educación Primaria (Universidad)
Armario-Bernal et al. (2021) <i>REurEDC 18(3)</i>	Investigación de intervención educativa en tercer curso del Grado de Educación Primaria (Universidad)
Galperin (2022) <i>REurEDC 19(1)</i>	Investigación de intervención educativa en sexto año de Educación Primaria (11 años)
Mateo-Gonzalez y Sáez-Bondía (2022) <i>REurEDC 19(2)</i>	Investigación de intervención educativa en segundo año de Educación Primaria (7 años)
Fussero y Occelli (2022) <i>REurEDC 19(2)</i>	Investigación de intervención educativa en quinto año de Educación Secundaria (16-17 años)
Tena y Couso (2023) <i>REurEDC 20(2)</i>	Fundamentos. Metodología de evaluación de la SEA
Velasco y Buteler (2023) <i>REurEDC 20(2)</i>	Investigación de intervención educativa en Educación Secundaria (14 años)
Carabelli et al. (2023) <i>REurEDC 20(2)</i>	Fundamentos. Investigación en re-diseño de SEA
Jimenez-Liso et al. (2023) <i>REurEDC 20(3)</i>	Fundamentos. Principios de diseño en DBR
Cerda-Polo et al (2023) <i>REurEDC 20(3)</i>	Investigación de intervención educativa en tercer año de Educación Secundaria (13-14 años)