

La investigación basada en el diseño: una revisión en educación en física en Argentina

Design based research: a review in physics education research in Argentina

Nicolás Velasco^{1*}, Nicolás Gandolfo¹ y Laura Buteler^{1,2}

¹Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba, Medina Allende y Haya de la Torre. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba. Argentina.

²Instituto de Física Enrique Gaviola, FAMAF - CONICET, Medina Allende y Haya de la Torre. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba. Argentina.

*E-mail: nico.martin.velasco@gmail.com

Resumen

Se presenta una revisión bibliográfica cuyos objetivos son identificar cuánto se emplea la investigación basada en el diseño en la investigación nacional y cuánto se aproximan las investigaciones sobre secuencia de actividades de enseñanza-aprendizaje a la metodología de investigación basada en el diseño. De la indagación surge que las investigaciones sobre secuencia de actividades de enseñanza-aprendizaje representan un volumen mínimo frente al total de artículos relevados, y que podrían aproximarse a la investigación basada en el diseño mediante ciertos ajustes metodológicos.

Palabras clave: Investigación basada en el diseño; Secuencia de enseñanza aprendizaje.

Abstract

A bibliographic review is presented whose objectives are to identify how much design-based research is used in national research and how closely research on the sequence of teaching-learning activities approximates design-based research methodology. From the investigation it appears that the investigations on the sequence of teaching-learning activities represent a minimum volume compared to the total of articles surveyed. These could approximate design-based research through certain methodological adjustments.

Keywords: Design-based research; Teaching-learning sequence.

I. INTRODUCCIÓN

La investigación basada en el diseño (en adelante, IBD) es un tipo de investigación que se produce en el contexto del aula, a través de ciclos iterativos de diseño, implementación y evaluación de una secuencia de enseñanza y aprendizaje sobre algún contenido particular (Cobb, 2003; Collins, 1992). El propósito de esta metodología de investigación es doble: a) generar innovaciones educativas sustentadas en la teoría que promuevan una mejora en los aprendizajes de los estudiantes y b) generar teoría a partir del análisis de los resultados de las implementaciones de la secuencia, que contribuyan a refinar los supuestos teóricos propuestos en primer lugar, iluminando mejor las complejas problemáticas sobre la enseñanza y el aprendizaje de la vida en las aulas. La principal fortaleza de este tipo de investigación es su potencialidad para disminuir la brecha entre las prácticas en las aulas y los resultados de investigación, porque la innovación y la investigación se retroalimentan en cada ciclo de implementación.

La IBD se centra en comprender el desorden de la práctica de la enseñanza y el aprendizaje en contextos de aulas reales, siendo el contexto una parte central del problema y no una variable atributiva que se trivializa. Esta metodología de investigación implica una revisión flexible del diseño, de las múltiples variables dependientes que lo componen y de la interacción social que promueve. En este tipo de indagación, los participantes no son sujetos asignados a tratamientos de enseñanza, sino que son considerados partícipes tanto en el diseño como del análisis de los resultados (Barab y Squire, 2004).

Uno de los retos de la investigación educativa sobre las intervenciones basadas en el diseño es caracterizar la complejidad, la fragilidad, el desorden y la eventual solidez del diseño, y hacerlo de una manera que sea valiosa para otros (Lagemann, 1999). Este último criterio implica que la IBD requiere algo más que la comprensión de un contexto particular: también requiere mostrar la relevancia de las conclusiones derivadas del contexto de intervención, a otros contextos. Esto último lo hace a través de los aportes teóricos que derivan de ella. La producción teórica de la IBD es pragmática porque el valor de la teoría reside en su capacidad para producir cambios en el mundo. En este sentido, la IBD no proviene de tradiciones positivistas o de tradiciones etnográficas, sino de las líneas pragmáticas, en las cuales las teorías no se juzgan por sus pretensiones de verdad, sino por su capacidad de actuar en el mundo (Dewey, 1938).

¿En qué se diferencian la innovación educativa sustentada en la investigación y la IBD? La innovación educativa orientada por la investigación tiene por objetivo validar un determinado marco teórico para mostrar el valor de un currículo. Según Guisasola y otros (2017), una innovación educativa fundamentada en la investigación es tanto una actividad de investigación intervencionista, como un producto curricular de un contenido específico que incluye una secuencia de actividades de enseñanza-aprendizaje (SEA). Entendemos por producto curricular a cualquier forma de reconstrucción didáctica de un contenido, teóricamente fundamentada.

Por su parte la IBD, que se realiza sobre la base de sucesivas iteraciones de una SEA, se esfuerza por generar y promover un conjunto concreto de construcciones teóricas que trascienden las particularidades del entorno donde se generaron, seleccionaron o perfeccionaron. Este enfoque de construcción teórica basada en contextos naturales distingue la IBD de la producción de SEA innovadoras. A primera vista, se parecen mucho: ambas son naturalistas, están orientadas al proceso, son iterativas e implican la creación de un diseño tangible que funciona en entornos sociales complejos; también implican articular los objetivos, operacionalizar las medidas, examinar un fenómeno y comprender las consecuencias (intencionadas o no intencionadas) de su uso. De hecho, la IBD ha sido criticada, con razón, por ser confundida con el diseño, implementación y evaluación de SEA. Sin embargo, lo que distingue a la IBD del diseño, implementación y evaluación de SEA es: (a) un impulso constante hacia la conexión de las intervenciones de diseño con la teoría existente; (b) el hecho de que la IBD puede hacer aportes teóricos (no simplemente probar las teorías existentes); y (c) que, para algunas cuestiones de investigación, el contexto en el que se lleva a cabo la IBD es la ontología mínima para la que se pueden investigar adecuadamente ciertas variables (lo que implica que no podemos volver al laboratorio para poner a prueba las afirmaciones teóricas) (Barab y Squire, 2004, diSessa y Cobb, 2004).

Fundamentalmente, las SEA son un artefacto didáctico diseñado para un contexto particular, mientras que la IBD utiliza el diseño de la SEA, su implementación y su evaluación sucesiva para el desarrollo de modelos sobre cómo piensan los estudiantes, cómo actúan y cómo aprenden. Es decir, un componente fundamental de la IBD es que el diseño se concibe no solo para satisfacer las necesidades locales, sino para generar teoría, para descubrir, explorar y confirmar relaciones teóricas. proporcionar evidencias concretas de mejoras locales como resultado de un diseño particular es condición necesaria aunque no suficiente. La IBD requiere algo más que demostrar que una SEA funciona, sino que exige al investigador ir más allá y generar afirmaciones basadas en pruebas sobre el aprendizaje, que aborden cuestiones teóricas contemporáneas y fomenten el conocimiento teórico del campo. En resumen, las SEA son parte de la IBD por lo que no son conjuntos disjuntos sino que la IBD abarca las SEA pero intenta, a través de sucesivas evaluaciones e iteraciones, sumar aportes humildes a la teoría de base (figura 1).



FIGURA 1. Representación de la relación entre IBD y las SEA.

Este trabajo tiene por objetivos, por un lado, aportar a un estado del arte de la IBD en la educación en física en Argentina. Por otro, identificar el grado de uso de la IBD dentro de la investigación nacional, dentro de un recorte específico, como herramienta para la mejora de la educación científica. Para ello, se efectuó una revisión bibliográfica que toma como fuente de datos las SEA publicadas en los números extraordinarios de la Revista de Enseñanza de la Física, en el período 2014-2020.

Las preguntas que guían la búsqueda son: ¿Qué proporción de investigaciones argentinas en educación en física se centran en las SEA? ¿Qué características tienen las SEA en el área de la física en Argentina? ¿En qué medida estas SEA han utilizado la IBD? ¿Qué puentes pueden tenderse desde la producción local hacia la IBD en el ámbito de la física?

II. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Como ya se ha mencionado, los datos que sustentan el análisis, son las propuestas de enseñanza-aprendizaje de origen nacional contenidas en los números extraordinarios de la Revista de Enseñanza de la Física en el periodo 2014-2020. El periodo considerado se debe a que desde 2014, la Revista de Enseñanza de la Física pública la selección de trabajos presentados en las reuniones bianuales SIEF y REF organizadas por la Asociación de Profesores de Física de Argentina. Se consideran solamente los números extraordinarios debido a que la gran mayoría de los investigadores en educación en física de Argentina participan de SIEF y a REF periódica y habitualmente, y comparten sus trabajos allí. En cambio, los números regulares de la Revista contienen publicaciones de investigadores de múltiples nacionalidades (principalmente América Latina y España).

En primer lugar, se consideraron como SEA a todas las propuestas teóricamente fundadas que consisten en una reconstrucción didáctica de un contenido en particular, es decir, aquellas propuestas que coinciden con la definición dada por Guisasola y otros (2017) presentada en la introducción. No se consideraron, por ej., propuestas de enseñanza no fundamentadas teóricamente, es decir, aquellas en donde la razón o justificación de dicha propuesta no se encuentre vinculada con teorías de aprendizaje o resultados de previas investigaciones sobre el proceso o contenido con el cual se está trabajando. Tampoco se tuvieron en cuenta propuestas que consistan en la evaluación de un dado recurso didáctico (por ej., la incorporación de una simulación, incorporación de hoja de cálculo, utilización de placa Arduino para el laboratorio, etc.) cuando esa evaluación no forma parte de una propuesta más detallada y argumentada.

Es importante mencionar que la decodificación de los datos no se realiza de manera individual y aislada por solo un autor, sino que todos los autores son decodificadores de los datos seleccionados, entre quienes se discuten y revisan los criterios utilizados. Este proceso de selección, discusión y revisión de los datos seleccionados es iterativo a los fines de objetivar la selección. Es metodológicamente ventajoso cultivar diversos puntos de vista de los miembros del equipo de investigación, la diversidad de análisis es un recurso importante para desarrollar interpretaciones alternativas, controversias y consensos.

Una vez seleccionadas las SEA que forman el corpus de datos, para dar respuesta a las preguntas planteadas inicialmente, se caracterizan los artículos seleccionados. De cada uno de ellos se registra el nivel educativo para el cual se diseña la propuesta, el tema trabajado y el año en el cual fue publicado. También se apunta si la secuencia enseñanza-aprendizaje ha sido implementada, evaluada e iterada, es decir implementada nuevamente a partir de las consideraciones emergidas de la evaluación.

Para un análisis más profundo se anotan los sustentos teóricos de cada una de los artículos para posteriormente observar el grado de relación tanto entre el diseño y la teoría, como entre la evaluación de la propuesta y la teoría en la cual los autores la han enmarcado. Las relaciones teoría-diseño y teoría-evaluación son categorizadas en tres niveles: *nulo*, *débil*, *fuerte*. El grado de asociación es clasificado como *nulo* cuando no se registra correlato entre el marco teórico y las decisiones de diseño o los criterios de evaluación utilizados en la propuesta (por ej., cuando en la propuesta hablan del carácter social del aprendizaje y la misma consta de una exposición de contenidos en formato escolástico). Es considerado *débil* cuando se observan escasos rastros de la teoría en los criterios utilizados para el diseño de las actividades o el instrumento de evaluación (por ej., en un trabajo basado en el marco de la enseñanza para la comprensión, donde la teoría sugiere múltiples desempeños de comprensión para favorecer un aprendizaje significativo y flexible; registre solo una o dos actividades en la propuesta). Finalmente, se considera que la asociación tanto entre el diseño y la teoría, como entre la evaluación de la propuesta y la teoría es *fuerte* cuando en las decisiones del diseño se hace explícita la teoría. (por ej., cuando la propuesta se enmarca dentro del aprendizaje activo y en la propuesta es evidente la intención de involucrar a los estudiantes en la participación de las actividades).

Como se ha mencionado, un rasgo que distingue una investigación de una SEA de una IBD es la realización de aportes teóricos, más allá de validar la teoría en la cual se basa la propuesta; por eso se analizó si los artículos seleccionados realizaban aportes nuevos a la teoría de base.

II. DATOS

En la tabla I se presentan los datos recolectados. En ella se muestran las características de interés de las SEA seleccionadas para este trabajo. En la segunda columna se contabiliza el número total de trabajos publicados de cada año por autores argentinos (se han excluido los trabajos de investigadores extranjeros).

TABLA I. Datos recolectados de la revisión realizada sobre las SEA argentinas presentes en los números extraordinarios de la Revista Enseñanza de la Física del 2014 al 2020.

Año	Total de trabajos	Nivel Educativo						Asociación Teoría-Diseño			Asociación Teoría-Evaluación			Realiza aportes teóricos
		Investigaciones SEA	Universitario Superior	Medio	SEA Implementadas	SEA Evaluadas	SEA Iteradas	Nula	Débil	Fuerte	Nula	Débil	Fuerte	
2014	33	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
2015	61	5	5	0	5	4	0	1	0	4	4	0	1	0
2016	40	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
2017	51	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
2018	39	2	1	1	2	1	1	0	1	1	1	0	1	1
2019	70	6	6	0	6	6	1	0	1	4	0	1	4	3
2020	29	3	3	0	3	3	0	1	2	1	3	0	1	0
Total	323	19	16	3	19	17	2	2	4	13	9	2	8	4

TABLA II. Datos recolectados de la revisión realizada sobre las temáticas de las SEA argentinas presentes en los números extraordinarios de la Revista Enseñanza de la Física del 2014 al 2020.

Tema	Mecánica	Electromagnetismo	Fenómenos Ondulatorios	Otros
Cantidad de trabajos	6	6	3	4

III. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis del cuadro mencionado evidenció algunos resultados como los siguientes:

La figura 2, muestra que de la totalidad de los artículos analizados, solo el 6 % de ellos corresponde a propuestas involucradas con una SEA. Recordamos que la intención de esta investigación es reconocer actividades de investigación como potenciales trabajos que podrían ser reimplementados utilizando IBD y de esta forma renovar el espíritu de mejora educativa con la posibilidad realizar aportes teóricos.

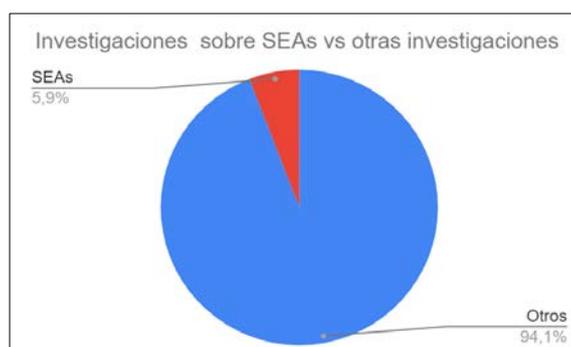


FIGURA 2. Proporción de investigaciones de SEA sobre el total de publicaciones analizadas.

Se observa en la figura 3 que gran parte de los artículos revisados han sido evaluados, siendo este porcentaje del 90 %. También se registra que solo el 11 % de los trabajos estudiados presentan iteración (figura 4). Siguiendo esta línea observamos que el 21 % del total de SEA realizan aportes teóricos (figura 5). Otro resultado interesante es que el 100 % de las SEA iteradas, aportan teoría, en cambio solo el 12 % de las no iteradas realizan estos aportes. Esto último podría indicar mayor factibilidad de aportar teoría cuando la propuesta es iterada.

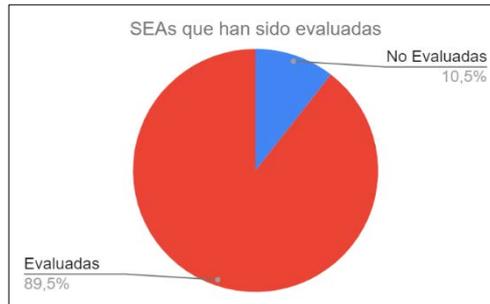


FIGURA 3. Proporción de investigaciones de SEA evaluadas sobre el total de SEA seleccionadas.

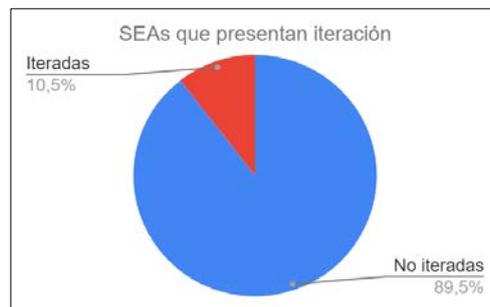


FIGURA 4. Proporción SEA iteradas y no iteradas sobre el total de publicaciones seleccionadas.

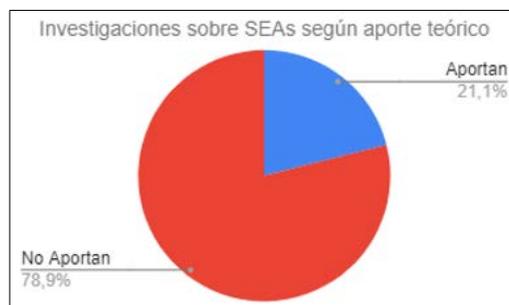


FIGURA 5. Proporción de SEA que aportan y que no aportan teoría sobre el total de publicaciones seleccionadas.

También se analizan los niveles de asociación entre los marcos teóricos presentados en los trabajos seleccionados con sus respectivos diseños e instrumentos de evaluación. A continuación se exponen los resultados:



FIGURA 6. Porcentaje SEA según el nivel de relación teoría y diseño.

Por un lado, la figura 6 evidencia que solo en el 10 % de las SEA analizadas no detectamos relación entre el marco Teórico y la estructura del diseño propuesto. Pero por otro lado, encontramos que casi la mitad de SEA presentan nula relación de la Teoría con la evaluación (figura 7); este crecimiento en la carencia del vínculo Teoría-Diseño vs Teoría-Evaluación nos ilustra la dificultad de poder utilizar los referentes teóricos como herramientas de evaluación.



FIGURA 7. Porcentaje de SEA según el nivel de relación teoría y evaluación.

No se observan tendencias fuertes en lo referido a la temática de las SEA según lo expuesto en la tabla II. No obstante parece haber un interés mayor en la producción de SEA sobre fenómenos mecánicos y electromagnéticos.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La importancia de las investigaciones en contextos específicos para aportar nuevo conocimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje y para apoyar las teorías generales con resultados concretos es una preocupación desde que comenzó la investigación en enseñanza de las ciencias, a principios del siglo XX (Guisasola y otros, 2021). Al responder la primera pregunta de investigación sobre qué proporción de investigaciones argentinas en educación en física se centran en las SEA, es llamativo que, a pesar de la relevancia de este tipo de investigaciones, solo una pequeña porción de las investigaciones seleccionadas dediquen sus esfuerzos en este aspecto.

Son recurrentes las críticas a la escuela obligatoria, tanto en nivel primario como secundario, donde se expone la falta de evolución de la propuesta educativa en cada una de las áreas del conocimiento, en particular en física (Unesco 2000). Al detectar que existen nulas o esporádicas investigaciones de diseño de SEA para ser implementadas en estos niveles educativos; cabe preguntarse si, al aumentar la producción de este tipo de investigaciones que disminuyen la brecha con la práctica docente y contemplan la complejidad del aula real, se generarían oportunidades concretas de mejoras educativas.

Por otro lado, a la luz de la revisión bibliográfica y su posterior análisis, podemos responder a las preguntas planteadas inicialmente: ¿Qué características tienen las SEA en el área de la física en Argentina? ¿En qué medida estas SEA han utilizado la IBD? Las SEA de producción nacional, en general, presentan un sustento teórico para el diseño, instancias de implementación y evaluación de la propuesta. Esto coincide con el resultado de la investigación realizada por Guisasola y otros (2021) sobre la tradición de investigaciones en diseños de SEA, en su artículo los autores comentan:

[Las SEA] En general, tienen en cuenta las investigaciones sobre las ideas alternativas de los estudiantes, realizan un análisis epistemológico del contenido curricular para justificar los objetivos de enseñanza-aprendizaje, tienen una perspectiva social constructivista del aprendizaje, diseñan las actividades en función de los resultados de la investigación y presentan evidencias del aprendizaje logrado por los estudiantes... (p. 1801-5)

Otro emergente del análisis es que a pesar de las consideraciones teóricas desarrolladas para el diseño de la SEA, es recurrente la carencia de vínculo entre el marco referencial teórico y la evaluación de la propuesta. Se infiere que esto último puede ser una de las causas que esté distanciando a las investigaciones de SEA de Investigaciones Basada en el Diseño, obstaculizando la generación de aportes que retroalimentan la teoría utilizada. Además, en esta línea, los datos muestran una mayor probabilidad de que una investigación aporte teóricamente cuando se producen iteraciones en la implementación. Por esto, y respondiendo a la pregunta sobre qué puentes pueden tenderse desde la producción local hacia la IBD en el ámbito de la física, pensamos que es posible hacerlo ajustando el grado de asociación entre la teoría y la evaluación de las propuestas, e implementando iteraciones con las sugerencias producidas. Esto podría llevar a que las investigaciones sobre SEA aporten teóricamente y nutran los marcos referenciales implementados.

Para finalizar, es de nuestro interés invitar a la comunidad de investigadores y profesores a que asumamos el desafío de fundamentar nuestras propuestas educativas en investigaciones plausibles y útiles, mientras contribuimos de manera más general a la base metodológica para avanzar en el progreso o construcción de nuevas teorías con respecto a la enseñanza de la física.

REFERENCIAS

- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 1-14.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- Collins, A. (1992) Toward a design science of education. In E. Scanlon, & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology*, 15-22.
- DiSessa, A. A., & Cobb, P. (2004). Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 77-103.
- Dewey, J. (1938). La théorie de l'enquête. *Paris: Presses Universitaires de France*.
- Guisasola, J., Ametller, J., & Zusa Elozegi, 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). doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Guisasola, J., Zusa, K., Ametller, J., & Gutiérrez-Berraondo, J. (2017). Evaluating and redesigning teaching learning sequences at the introductory physics level. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020139.
- Lagemann, EC, Shulman, LS (1999). *Issues in education research: Problems and possibilities*. San Francisco: Jossey-Bass
- Unesco (2000). Foro Mundial de la Educación. Marco de Acción de Dakar. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001211/121147s.pdf>