

Introducción a ‘Diseño de tareas en educación matemática: Una diversidad de marcos teóricos’

Francisco Javier García, Universidad de Jaén (Spain)

Introducción

El diseño de actividades, de tareas, de secuencias o, en general, de algún tipo de material curricular para la enseñanza, es una parte crucial del trabajo de investigación en didáctica de las matemáticas. Como señalan Watson y Ohtani (2015), ya sea desde una perspectiva cognitiva, cultural o práctica, las *tareas* son el fundamento del aprendizaje matemático. Por unificar terminología, uso el término *tarea*, deliberadamente, en un sentido amplio e indefinido en cierta forma. Cada contribución dará un sentido más preciso a este término a lo largo del actual monográfico.

El diseño de tareas en la investigación en educación matemática puede servir a dos fines distintos, no necesariamente disjuntos. Tomando prestada la distinción de Perrin-Glorian (2011), en el marco de la Teoría de las Situaciones Didácticas entre “ingeniería didáctica para la investigación” e “ingeniería didáctica para el desarrollo de recursos y la formación del profesorado”, en ocasiones el diseño de tareas está subordinado al interés del investigador por indagar sobre algún aspecto de la enseñanza y el aprendizaje matemático (como ocurre en las contribuciones de María Trigueros y Asuman Oktaç; y de Francisco Javier García, Berta Barquero, Ignasi Florensa y Marianna Bosch), mientras que en otras ocasiones el diseño se orienta más a la puesta a punto de materiales para el aula (como ocurre en la contribución de Keiichi Nishimura y Chiharu Honda). Entre ambos extremos hay una amplia gama, como se puede apreciar especialmente en las contribuciones de Michiel Doorman y de Susanne Prediger, donde investigación y diseño de materiales se entremezclan.

Sea cual sea el fin pretendido, Watson y Ohtani (2015) llaman la atención sobre el hecho de que, cuando se hacen públicos los resultados, normalmente se pone el énfasis en el “producto” (materiales curriculares o resultados de investigación), mientras que el proceso de diseño se suele presentar *por encima*, sin una verdadera y profunda justificación. Por ello, la Comisión Internacional para la Instrucción Matemática (ICMI) dedicó recientemente uno de sus estudios al diseño de tareas (Margolinas, 2013 –Actas; Watson & Ohtani, 2015 -Volumen). Así mismo, en el XXII Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, se celebró un seminario de investigación sobre esta temática, en el que participaron investigadores de centros de referencia mundial en el diseño de tareas: el Instituto Freudenthal (Universidad de Utrecht) y el Shell Centre (Universidad de Nottingham).

Como extensión de ese seminario, hemos propuesto a un grupo de investigadores, ubicados en diferentes marcos teóricos y con diferentes objetivos, que realicen una reflexión que explicita los principios, los fines y las metodologías usadas en el diseño de tareas. Las contribuciones se articulan en torno a las siguientes cuestiones guía:

- ¿Por qué diseñamos tareas? i.e., ¿cuáles son nuestros objetivos como diseñadores?
- ¿Cómo llevamos a cabo este trabajo de diseño? i.e., ¿cuáles son nuestros principios de diseño y nuestra metodología?

- Si el diseño se orienta, principalmente, a crear materiales para el aula, ¿cuál es el impacto de nuestros materiales? i.e., ¿bajo qué condiciones ecológicas viven, o podrían vivir, nuestros diseños?
- Si el diseño se orienta, principalmente, a la investigación, ¿cuál es su potencial? i.e., ¿qué es posible llegar a conocer gracias a las tareas que diseñamos y usamos en nuestra investigación?

Las contribuciones de Susanne Prediger (TU Dortmund) y de Michiel Doorman (Freudenthal Institute) se ubican en el marco de la *investigación de diseño*, orientada tanto a la generación y validación de materiales como a la construcción de nuevo conocimiento teórico de naturaleza *local*. En particular, Prediger introduce y discute la integración de elementos teóricos orientados a la teorización de la investigación de diseño didáctico, ejemplificada en su artículo mediante principios y elementos de diseño pensados para la enseñanza de contenidos matemáticos específicos con atención deliberada al uso de la lengua. Algunos de estos principios son, por ejemplo, la conexión entre diferentes registros y representaciones, o bien el desarrollo de prácticas discursivas de explicación y argumentación de significados matemáticos. Resulta especialmente interesante la distinción que se establece entre la tradición de la investigación de diseño en educación y la tradición en didáctica con énfasis en el contenido de aprendizaje. Si bien hasta la fecha es abundante la investigación de diseño didáctico en educación matemática, Prediger alerta sobre la escasez de investigación de este tipo que responda a las demandas de producir una lengua adecuada que sea específica para facilitar la enseñanza y la comprensión conceptual de contenidos matemáticos concretos. Estamos ante un artículo que supone una contribución al dominio del diseño de tareas y de trayectorias de aprendizaje desde la perspectiva dual del contenido matemático y de los medios lingüísticos que este contenido requiere para comunicarse en toda su complejidad.

En el artículo de Michiel Doorman, se combina la investigación de diseño con los principios desarrollados por Freudenthal y colaboradores en educación matemática. Doorman interpreta el diseño tareas en el sentido del diseño de *trayectorias hipotéticas de aprendizaje*, las cuales pretenden describir los objetivos de aprendizaje pretendidos acerca de un objeto matemático, los tipos de tareas que se usarán para lograrlos y las hipótesis que se asumen sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes. El autor considera tres principios fundamentales para el diseño de trayectorias: *reinvención guiada*, *fenomenología didáctica* y *modelos emergentes*. Metodológicamente, se emplean ciclos de experimentos de enseñanza, que incluyen la fase de concepción y diseño de la trayectoria hipotética de aprendizaje, la fase de implementación en clases “ordinarias” y la de análisis retrospectivo. El trabajo de diseño se ejemplifica para el caso de una trayectoria hipotética de aprendizaje de los principios básicos del cálculo y de la cinemática a través de la modelización del movimiento de objetos. El ejemplo describe el ciclo completo de investigación, mostrando cómo a través de él se construye una *teoría local de instrucción* para principios básicos del cálculo.

María Trigueros (Instituto Tecnológico Autónomo de México) y Asuman Oktaç (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN) explicitan el trabajo de diseño desde la Teoría APOE (Acciones, Procesos, Objetos, Esquemas). En esta teoría, la *descomposición genética* de los objetos matemáticos juega un papel crucial. Dicha descomposición se entiende como un modelo epistemológico hipotético de la estructura y de los mecanismos involucrados en la construcción matemática de un contenido matemático. Esta descomposición, que no tiene por qué ser única para un

concepto dado, guía el proceso de diseño de actividades. Desde el punto de vista metodológico, se lleva a cabo, por un lado, un proceso cíclico de testeo, refinamiento y validación de la descomposición genética propuesta y, por otro, un ciclo de enseñanza que pretende determinar hasta qué punto los estudiantes han tenido la oportunidad de construir cada una de las estructuras predichas en la descomposición genética. Las autoras ilustran su trabajo para el objeto “inversa de una matriz de transformación”, lo que permite mostrar la íntima relación entre descomposición genética y diseño instruccional. Concluyen enfatizando la pertinencia de la Teoría APOE para detectar y explicar procesos de pensamiento de los estudiantes, sus dificultades y las relaciones que establecen entre construcciones de objetos matemáticos.

Para Keiichi Nishimura (Universidad Tokio Gakugei) y Chiharu Honda (Escuela Internacional de la Universidad Tokio Gakugei), el objetivo fundamental del trabajo de diseño es proporcionar al sistema de enseñanza tareas cuidadosamente diseñadas, que permitan mejorar el aprendizaje matemático de los estudiantes. En Japón, esta labor se suele realizar de forma compartida entre investigadores (profesorado universitario) y profesorado de educación primaria y/o secundaria, y suele difundirse a través de los libros de texto. Nishimura y Honda explicitan principios de diseño que se remontan a la tradición de resolución de problemas en la enseñanza de las matemáticas originada en Estados Unidos, con gran impacto en Japón y auspicio del método de enseñanza que se conoce como resolución estructurada de problemas. Metodológicamente, el diseño se realiza bajo el esquema del *estudio de clase*, actividad colaborativa entre profesores que persigue el diseño minucioso de tareas, anticipando estrategias de los estudiantes y discursos que podría elaborar el profesor. Se elabora así un *plan de clase* que se lleva a una *clase de investigación*. La discusión posterior a la implementación, centrada en los procesos de pensamiento seguidos por los estudiantes, es fuente de aprendizaje profesional y permite identificar puntos de mejora en la tarea propuesta. Esta aproximación al diseño de tareas se ejemplifica con el diseño de una tarea en el marco de un proyecto internacional, cuyo objetivo es desarrollar la competencia de toma de decisiones sociales (en este caso, sobre la mejor ubicación en una zona de la ciudad de Tokio de desfibriladores externos automáticos).

Finalmente, Francisco Javier García (Universidad de Jaén), Berta Barquero (Universitat de Barcelona), Ignasi Florensa (Escola Universitària Salesiana de Sarrià) y Marianna Bosch (Universitat Ramon Llull) abordan el diseño de actividades en el marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico, especificando que la labor de diseño se engloba en una metodología experimental más amplia, en términos de ingeniería didáctica. Aquí la actividad de diseño comienza con la elaboración de un *modelo epistemológico de referencia* del conocimiento matemático objeto de investigación. Este modelo desempeña un papel fenomenotécnico, permitiendo identificar posibles fenómenos didácticos. Los autores se centran en investigaciones donde se han identificado fenómenos didácticos ligados al paradigma dominante en las instituciones escolares, que Chevallard (2013) llama *de visita a las obras*. Se postula la necesidad de instaurar un nuevo paradigma, de *cuestionamiento del mundo*, que permita reducir los efectos negativos asociados a fenómenos identificados. Este nuevo paradigma se caracteriza por una aproximación funcional al conocimiento matemático, surgida del estudio de cuestiones problemáticas cruciales que den lugar a procesos de indagación. Los *recorridos de estudio e investigación* son las *tareas* que se diseñan y se ilustran con: el fenómeno de la desarticulación del estudio de las relaciones funcionales en educación secundaria y el *recorrido* de “planes de ahorro”; el fenómeno del *aplicacionismo* en la enseñanza de matemáticas en grados universitarios de ciencias

experimentales y el *recorrido* sobre “dinámica de poblaciones”; el fenómeno de simplicidad y falta de autenticidad de los problemas en asignaturas de elasticidad en formación de ingenieros, frente a los problemas en asignaturas más aplicadas y a los que se abordan en la práctica profesional, y el *recorrido* de “diseño de una pieza en un contexto real”. El diseño de cada *recorrido* está precedido de la construcción explícita de un modelo epistemológico de referencia. Los autores acaban con una discusión sobre la ecología de tipos de tareas como los *recorridos de estudio e investigación*, y sobre el carácter no normativo de su visión de la didáctica de las matemáticas.

Este monográfico no puede recoger la riqueza de principios, fines y metodologías de diseño que existe en la comunidad de investigadores en educación matemática. Sin embargo, se trata de un monográfico que puede ser útil como invitación a cualquier investigador a reflexionar, explicitar y compartir los principios, los fines y las metodologías usadas en el diseño de tareas. Esta labor es crucial para continuar avanzando en una mejor comprensión de nuestro trabajo como investigadores, así como en un diálogo más profundo y fecundo entre perspectivas y marcos teóricos.

Referencias

- Chevallard, Y. (2013). Enseñar matemáticas en la sociedad de mañana: alegato a favor de un contraparadigma emergente. *REDIMAT-Journal of Research in Mathematics Education*, 2(2), 161-182.
- Margolinas, C. (2013). Task design in mathematics education. *Proceedings of the Conference of the ICMI Study 22*. Oxford, Inglaterra, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00834054v3>
- Perrin-Glorian, M. J. (2011). L’ingénierie didactique à l’interface de la recherche avec l’enseignement. Développement de ressources et formation des enseignants. In C. Margolinas, et. al (Eds.), *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (pp. 57-78). Grenoble, Francia: La Pensée Sauvage.
- Watson, A., & Ohtani, M. (2015). *Task design in mathematics education*. Cham, Suiza: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-09629-2>