

INTEGRACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN EN LA PLANEACIÓN Y DISEÑO DE TAREAS

Melvin Cruz-Amaya, Gisela Montiel Espinosa
Cinvestav-IPN. (México)
melvin.cruz@cinvestav.mx, gmontiele@cinvestav.mx

Resumen

Aún con la gran cantidad de resultados de investigación en Matemática Educativa, se reconoce que muchas de las problemáticas investigadas se mantienen en contextos escolares; esto causa incertidumbre sobre el acceso y uso de resultados de investigación. Expondremos aquí un análisis inicial de las *reacciones* que tiene un grupo de profesores al interactuar con resultados recientes de investigación y su *integración* en la planeación y diseño de tareas, en el marco de un seminario cuyo objetivo es la integración de tecnología digital a su práctica; experiencia que pretende lograr la planeación y diseño de tareas, usando ambientes de geometría dinámica, basados en resultados de investigación y la propia experiencia docente.

Palabras clave: diseño de tareas, triángulo de negociación, geometría

Abstract

Even with the great amount of research results in Mathematics Education, it is recognized that many of the investigated problems remain in school settings, which causes uncertainty about the access and use of research outcomes. In this paper we show an initial analysis of the *reactions* of a group of teachers when interacting with recent research findings and their *integration* in the planning and design of teaching tasks, within the framework of a seminar focuses on the integration of digital technology into teacher's practice; experience that aims to achieve the planning and design of teaching tasks, using dynamic geometry environments, based on research results and the teaching experience itself.

Key words: design of tasks, negotiation triangle, geometry

■ Introducción

Dada la complejidad de los procesos educativos, específicamente en la educación matemática, son múltiples los profesionales inmersos en entender los procesos de enseñanza y de aprendizaje involucrados. Los matemáticos educativos se insertan en contextos escolares, históricos, sociales y culturales con el fin último de explicar las problemáticas planteadas en el entorno educativo; así como aportar para reducirlas o anularlas, buscando siempre un desarrollo educativo pertinente a las demandas sociales. A raíz de la cantidad de investigaciones que actualmente se declaran en el área, nos es evidente que se está

acrecentando la indagación, pero de igual manera es incuestionable que muchas de las problemáticas ya investigadas aún se mantienen en el contexto escolar, lo cual provoca cuestionamientos sobre el acceso y uso de los resultados de investigación.

A propósito de esta última cuestión reportamos, de esta experiencia con docentes, la integración de los resultados de investigación en Matemática Educativa, en la planeación y diseño de tareas, lo cual se desarrolla en un seminario cuyo objetivo es la integración de tecnología digital a su práctica; particularmente, notificamos un análisis inicial de las *reacciones* de un grupo de profesores al interactuar con estos resultados de investigación. Entre las reacciones identificadas se caracterizó y ejemplificó la reflexión, la crítica y la toma de decisiones. Para la integración de los resultados de investigación se examinó un triángulo de negociación donde el docente, durante el proceso de construcción de los diseños, se sintió confrontado; ya que buscaba cumplir con la institucionalización, hacer uso de su experiencia docente e integrar los resultados de investigación sobre la noción matemática tratada, dicha integración se identificó con cuatro categorías en los diseños: la estructura del diseño, consideraciones didácticas, estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje.

■ Escenario de trabajo

El Seminario de Integración Digital a la Práctica del Profesorado de Matemática reúne a una investigadora en Matemática Educativa, tres investigadores en formación (dirigidos por la investigadora) y cuatro docentes mexicanos del nivel básico, con el propósito de diseñar tareas en un Ambiente de Geometría Dinámica (AGD), basadas en resultados recientes de investigación y en el conocimiento y la experiencia de los docentes. Los docentes participantes seleccionaron un contenido curricular de geometría para planear y elaborar su diseño; uno de los investigadores en formación realizó la búsqueda y selección de artículos de investigación y, junto al equipo de trabajo, se reestructuraron sus aportes en exposiciones de comunicación, con el objetivo de detonar la discusión y reflexión con los docentes, así como su integración a diseños en AGD. Para el proceso de búsqueda y selección de resultados de investigación se definieron: lugares de búsqueda (revistas con el enfoque adecuado), criterios de búsqueda (investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de los contenidos elegidos por los docentes), periodo de publicación (de 2010 a la fecha) y criterios de selección (que describan procesos de aprendizaje –comprensión, entendimiento, dificultades- y, de preferencia, que hagan uso de herramientas tecnológicas).

Una vez seleccionados los artículos, la orientación de la comunicación de los resultados se constituyó redefiniendo la estructura del artículo por preguntas o nociones contextuales para el profesor: *lo que se identifica en la escuela* (problemática, en la investigación); *lo que se sabe al respecto* (antecedentes); *nuevas preguntas* (planteamiento); *¿cómo responder esas nuevas preguntas?* (fundamentación teórica); *¿qué estudiamos y como lo hacemos?* (método); y *¿qué sabemos ahora?* (resultados y conclusiones). Se presentó un artículo por contenido elegido, atendiendo resultados de investigación propuestos en (Yanik, 2014; Kospentaris, Spyrou y Lappas, 2011; Neel-Romine, Paul y Shafer, 2012), y, de forma trasversal, conocer y atender aportaciones relacionadas con el uso de la tecnología en los proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática; se hizo un análisis y discusión con los docentes, logrando que, basados en su experiencia, expusieran sus puntos de vista e hicieran explícita una relación con su práctica. Todas las sesiones fueron grabadas en video y las consideradas para este análisis comprenden 36 horas de trabajo en el seminario.

■ Descripción e interpretación de la experiencia

Para caracterizar y discernir nuestra información de interés, nos centramos en identificar y caracterizar las primeras reacciones de los docentes al conocer e interactuar con los resultados de investigación y su integración en la planeación y el diseño de tareas. Se identificaron y caracterizaron las primeras reacciones como: reflexión, crítica y toma de decisiones; poniendo atención en los resultados de investigación por contenido propuesto por cada docente, el proceso de redacción de los objetivos de cada diseño y el diseño de las tareas. Para identificar la integración de los resultados de investigación, se tomaron en consideración los diseños y la presentación de los mismos por cada docente, donde se reconoce cómo el docente busca cumplir con lo institucional, usa su experiencia y cómo integra los resultados de investigación, relacionando todo esto con el saber matemático en juego.

■ Reacciones ante los resultados de investigación

Al conocer los resultados de investigación, la primera reacción que manifestaron los docentes respecto a la planeación e implementación de diseños, a los procesos de enseñanza y aprendizaje y a las herramientas utilizadas en dichos procesos, fue *la reflexión*, identificada cuando los docentes examinan detenidamente los resultados de investigación y los relacionan con los contextos e instrumentos de recolección de datos utilizados. La reflexión se manifiesta cuando analizan y cuestionan a la población investigada, el contexto sociocultural donde se desarrolla la investigación y el instrumento de investigación, seguidamente lo relacionan con su práctica y su realidad educativa; ultiman sobre las posibles reacciones de sus estudiantes ante el instrumento de investigación; exponen formas de enseñanza que ellos realizan para atender ciertos resultados; identifican diferentes concepciones de los estudiantes y reconocen que surgen por diversos aspectos, incluyendo la forma en cómo se desarrollan los contenidos; construyen secuencias de enseñanza de algunas nociones matemáticas; exponen la importancia del uso del conocimiento empírico del estudiante y de la innovación de estrategias de enseñanza; relacionan los resultados de investigación con el conocimiento matemático en juego y buscan justificar dichos resultados a través de su realidad educativa. Por ejemplo, el comentario por el profesor P. Al:

- *En el libro de texto, al enseñar el gráfico circular hace referencia a los 360 grados (una cualidad del círculo y la circunferencia) como un círculo.*

Se observa como el profesor busca justificar un resultado propuesto por Neel-Romine, Paul y Shafer (2012) donde sugieren que hablar de círculo, comúnmente, es hacer referencia a "360 grados" o el comentario de la profesora P.D:

- *Algunas respuestas surgen por la forma en como los maestros enseñamos algunos temas.*

En estas intervenciones, los profesores reconocen las diferentes concepciones que pueden tener los estudiantes sobre algunas nociones matemáticas, esto los lleva a tratar de justificar dichas concepciones y cuestionar las herramientas utilizadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, la realidad escolar, la forma de enseñanza utilizadas y de manera general el sistema educativo.

Después de reflexionar sobre los resultados de investigación, usan criterios analíticos y objetivos de estimación y juicio sobre los resultados de investigación relacionándolos con las herramientas de enseñanza utilizadas, y los procesos de enseñanza y aprendizaje que han desarrollado hasta el momento con el propósito de discernir la verdad, entendida de esta forma *la crítica*. Emiten algunas apreciaciones relacionadas con: las funciones de los libros del estudiante, como recurso de aprendizaje o como instrumento de validación de conocimiento; las indicaciones o instrucciones de los libros de texto, las cuales no consideran el objetivo de la actividad ni la noción matemática en juego; la estructura del instrumento de investigación no genera un resultado objetivo o verdadero, y muchas concepciones matemáticas que presentan los resultados de investigación se ven evidenciadas en los libros de texto. Los docentes analizan, interpretan y cuestionan las herramientas que tienen y utilizan para sus prácticas, por ejemplo, el comentario de la profesora P.S:

- *El instrumento escrito de esa investigación tiene la misma estructura del libro de trabajo de mis estudiantes, lo cual indica que el libro no es una herramienta de enseñanza sino una herramienta de validación de conocimiento.*

Yanik (2014) en su investigación atendiendo la imagen conceptual de la noción de traslación geométrica, presenta un instrumento de validación de conocimientos basado en investigaciones que tiene la misma estructura que el libro de trabajo utilizado por los estudiantes de la profesora P. S, lo que le permite a la docente relacionarlos y emitir dicha valoración. También se cuestiona la presentación de las indicaciones o algunas nociones matemáticas en los libros de texto, por ejemplo, el comentario de la profesora P.D:

- *Las nociones de ángulo presentadas como círculo o semicírculo se da en los libros de texto.*

Dichos juicios emitidos generan también una reflexión sobre las características propias de las nociones matemáticas tratadas, y si los textos las caracterizaban considerando otras nociones matemáticas, entonces, los profesores se preguntaron sobre la esencia de cada noción matemática en juego. Otras estimaciones fueron sobre las estrategias de las investigaciones para conocer el conocimiento del estudiante, como lo muestra el comentario de la profesora P.S:

- *Si presentamos actividades como esas, entonces van a contestar al azar. Debemos evitar las opciones múltiples en las actividades.*

Donde, basada en su experiencia, considera que al aplicar los ejercicios propuestos en las investigaciones con sus estudiantes se requiere algunas modificaciones, podemos observar la relación cercana entre los resultados de investigación y la experiencia docente.

Estos procesos de reflexión y crítica redundan en *la toma de decisiones*, entendida como el proceso mediante el cual relaciona la reflexión con la crítica y elige opciones para resolver diferentes situaciones, a través de sus diseños de clases, esto fue evidente durante la elaboración de los objetivos y actividades del diseño. Entre algunas dediciones tomadas están: no limitarse a los libros de texto, esto permitirá que los estudiantes adquieran habilidades de explicación de procedimientos; trabajar la clase en las mismas condiciones que las evaluaciones, ya que en las investigaciones los estudiantes trabajan la traslación y rotación en hojas cuadrículadas (y esto parece favorecer la traslación horizontal y vertical), y normalmente lo enseñan de esa forma, pero en las evaluaciones trabajan las transformaciones geométricas en hojas blancas; usar algunos ejercicios de los instrumentos de investigación como apoyos; utilizar la exploración

guiada, una de las estrategias presentadas por los docentes a raíz de su experiencia e investigación; ordenar y estructurar las actividades según los resultados de investigación; y buscar una relación entre los resultados de investigación y las respuestas de sus estudiantes. Por ejemplo, la profesora P. A mencionó:

- *El objetivo y orden de las actividades, está, según los resultados de investigación, fortaleciendo primero la noción de área, luego la medición y por último calcular su área, e incluir casos particulares propuestos en la investigación como calcular el área de un triángulo que tiene la altura fuera del triángulo.*

Donde muestra que la estructura de su diseño atiende un resultado propuesto por Kospentaris, Spyrou y Lappas (2011), quienes indican lo fundamental de la interrelación del concepto de área, la medición de área y las fórmulas de área, al enseñar el área de figuras planas y la conservación de área.

La primera de las reacciones identificadas es la reflexión, esta reacción permitía a los docentes una valoración de algunas ideas nuevas que la investigación estaba arrojando; al pasar de una estimación a tener un criterio sobre dichos resultados, el docente relacionaba esas ideas con lo que le pide la institución, su contexto educativo y sus conocimientos matemáticos, didácticos y de su experiencia, lo que le permitió analizar su realidad; y por último vincula la reflexión con la crítica y selecciona ideas matemáticas, estrategias de enseñanza, estrategias de aprendizaje y técnicas de enseñanza, para lograr con sus diseño las confrontaciones cognitivas pertinentes que generen una significación de la noción matemática trabajada en sus diseños.

■ Integración de los resultados de investigación

Al planificar y diseñar tareas de enseñanza, los docentes sienten la necesidad de cumplir con los requerimientos institucionales, tales como el uso de los libros de texto, el tiempo, el contexto de aula, un objetivo curricular entre otros; y para ello hacen uso de sus conocimientos y experiencia. Cuando el docente conoce y discute los resultados de investigación se genera un triángulo de negociación entre lo institucional, la experiencia docente y la investigación, con relación a la noción matemática en juego (ver figura 1). El triángulo de negociación se evidenció durante el proceso de planificación de las tareas, a través de la descripción e interpretación de los diseños, y del análisis de la presentación de los diseños; dichas presentaciones y las discusiones generadas por los docentes, permitió la integración de todas las opiniones, poniendo en juego las experiencias de todos los docentes, y con la experimentación, se verificaron algunas de las hipótesis que se tenían en los diseños.

Se caracterizaron cada uno de los vértices del triángulo desde cuatro categorías identificadas donde se muestra la integración de los resultados de investigación, dichas categorías son: estructura del diseño, consideraciones didácticas, estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje.



Figura 1: Triángulo de negociación en el proceso de integración de resultados de investigación al diseño de tareas.
(Elaboración propia)

Las *estructuras de los diseños* fueron cambiando a raíz de la presentación y discusión sobre los resultados de investigación y las aportaciones de los AGD, como primicia se exponían estructuras basadas totalmente en el objetivo curricular, donde el docente buscaba cumplir con la institucionalización; con los resultados de investigación, algunos de los diseños cambiaban su estructura a una basada en la noción matemática tratada; y con la discusión, poniendo en juego su experiencia, pasaron a relacionar ambas según el contexto de cada maestro, por ello asumimos que las estructuras finales de sus diseños muestran la aportación de cada uno de los vértices del triángulo de negociación. A raíz de las aportaciones conocidas y discutidas durante la comunicación de los resultados de investigación sobre el uso de la tecnología, se consideró el uso de ambientes de trabajo híbridos, trabajando experiencias con material concreto y utilizando algunas herramientas como las hojas de trabajo, los libros de trabajo y el arrastre en GeoGebra, los cuales potenciaban significar las nociones trabajadas.

Las *consideraciones didácticas*, dependieron de la noción matemática tratada, desde lo institucional, por ejemplo, en los libros de texto se sugiere utilizar el tangram al atender la noción de área y la conservación de área, la resolución de problemas como metodología de enseñanza y la construcción de mosaicos para trabajar las transformaciones geométricas; desde la investigación, para la enseñanza de las transformaciones geométricas, se consideró el uso de figuras no circulares y el pizarrón blanco, ya que Yanik (2014) en su investigación indica que los estudiantes tienden a no aceptar que las figuras circulares pueden ser trasladadas, porque primero trasladan los vértices de una figura y luego los unen con un segmento; y desde la experiencia docente, buscaron potenciar los conocimientos previos y utilizar un lenguaje apropiado para el estudiante, como usar el término *figuras iguales*, refiriéndose a *figuras congruentes*.

En *las estrategias de enseñanza*, desde lo institucional, se presenta la resolución de problemas como forma de enseñanza de las nociones matemáticas; desde la investigación, se mostró la importancia y uso de las nociones previas de los estudiantes sobre el objeto matemático y a raíz de la discusión surgió desde la experiencia docente la exploración guiada, donde los docentes comentan sobre adecuar el contexto de aula para la aplicación del diseño, por lo tanto en sus diseños hacen preguntas las cuales será contestadas usando el contexto antes creado por los docentes.

En *las estrategias de aprendizaje*, desde lo institucional, el contenido curricular presenta la atención de la relación perímetro-área para el tema de área de figuras planas y la división de una figura en partes y reordenarla como una estrategia de aprendizaje de la conservación de área; desde la investigación, la

manipulación, construcción, exploración y caracterización, como el proceso de significación de una noción matemática, se agregó en el tema de área la relación congruencia-perímetro, se estimularon estrategias de estimación visual en los estudiantes y confrontar la idea de equilibrar los lados de una figura para buscar su congruencia; y desde la experiencia docente, la atención de la traslación como movimiento y el uso del tangram lo cual permitirá atender la relación perímetro-área.

El docente, a través de sus diseños, muestra el cumplimiento a lo institucional, el uso de su experiencia docente y la integración de los resultados de investigación, relacionándolos con una noción matemática en específico y lo hace considerando en todo momento al estudiante, al valorar: las estrategias de aprendizaje, buscando cierta confrontación de sus conocimientos previos con las ideas matemáticas nuevas; las estrategias de enseñanza, atendiendo las diferentes -posibles y ya mencionadas en los resultados de investigación- concepciones de los estudiante; consideraciones didácticas y estructura de diseño, atendiendo lo esencial de las nociones matemáticas y la diversidad de formas de significación de una noción matemática. La experiencia docente que subyace en cada uno de los diseños generados no hace alusión a la experiencia del docente que lo diseñó, ya que, durante la comunicación y debate de los resultados de investigación y la presentación de los diseños, se dio una discusión donde se consideró los aportes de todos los docentes para cada uno de los diseños.

■ Reflexiones finales

La experiencia permitió ver la manifestación del saber y la transformación de tareas en la planificación del diseño alrededor del saber, pensado desde el estudiante. Cuando la P.D habla de las cuestiones de un estudiante sobre el significado de la fórmula del área de un triángulo y cómo estructura las actividades en su diseño, de tal forma que atiende esas posibles concepciones de los estudiantes, considerando la negociación entre lo que sabe de su experiencia, lo nuevo que conoció de los resultados de investigación y lo que le pide la institución; es evidente la negociación sobre el cumplimiento de lo institucional, el uso de su experiencia docente y la integración de los resultados de investigación, dicha negociación es referente al saber matemático en juego. La discusión sobre la integración del diámetro como elemento importante en la construcción de la circunferencia, se dio cuando el P. Al, decía que no era necesario y la P.A argumentaba su importancia debido a su inclusión en los libros de texto. Vemos como los docentes arman las herramientas para responder a la institucionalización, usando su experiencia y los resultados de investigación.

En el proceso de redacción de los objetivos de cada diseño, es evidente el rol de los resultados de investigación y la discusión de grupo, ya que los docentes presentaron el objetivo curricular, un primer objetivo después de conocer los resultados de investigación y un objetivo final después de una discusión, vemos que el objetivo curricular es básicamente el contenido curricular y el primer objetivo está basado en el objetivo curricular, pero el objetivo final, está redactado de tal forma que integra los resultados de investigación más relevantes sobre la noción matemática en juego.

Como epílogo acentuamos que los maestros estuvieron de acuerdo en que conocer estos resultados generaba en ellos un panorama más amplio sobre las formas de pensar de sus estudiantes y las diferentes justificaciones para dichos pensamientos, demostraron interés en conocer y relacionar los resultados de investigación con su práctica, y tomaron en consideración la modificación de actividades para evitar dificultades generadas en las investigaciones. A través del análisis de los resultados de investigación, el

maestro puede conocer y justificar las concepciones de sus estudiantes y esto provoca mayor control del docente en todo el proceso de enseñanza, por lo que estimamos que la integración de estos resultados es favorable en la construcción de sus diseños.

■ Referencias bibliográficas

- Kospentaris, G., Spyrou, P., y Lappas, D. (2011). Exploring students' strategies in area conservation geometrical tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 77(1), 105-127. doi:10.1007/s10649-011-9303-8
- Neel-Romine, L., Paul, S., y Shafer, K. (2012). Get to Know a Circle. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(4), 222-227. doi:10.5951/mathteachmidscho.18.4.0222
- Yanik, H. (2014). Middle-school students' concept images of geometric translations. *The Journal of Mathematical Behavior*, 36, 33-50. doi:10.1016/j.jmathb.2014.08.001