



## DISEÑO DE SITUACIONES BASADAS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. EL CASO DE LOS PROFESORES EN FORMACIÓN INICIAL

Marcela Parraguez González

*Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. marcela.parraguez@pucv.cl*

Jonathan Rojas Valero

*Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. jonathan.rojas@pucv.cl*

### Resumen

Presentamos en este reporte dificultades que presentan los profesores en formación inicial en términos del diseño de situaciones basadas en la resolución de problemas. El grupo de profesores en formación está conformado por estudiantes de cuarto año de la carrera de Pedagogía en Matemáticas, que imparte el Instituto de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Con base en el contraste entre el análisis a priori y a posteriori de los problemas que los profesores diseñaron, se observa como resultado preliminar que las dificultades principales de su están asociadas por una parte, a situaciones que radican en la aplicación más bien directa de conceptos matemáticos (no otorgando su formación una posibilidad real de diseñar problemas), y por otra a la confusión que radica en los profesores en formación respecto a situaciones dotadas de un contexto, las cuales no necesariamente debiesen considerarse como un verdadero problema.

**Palabras Clave:** Resolución de problemas, Diseño de Problemas, Formación Inicial Docente, Teoría de Situaciones Didácticas.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. La Resolución de Problemas

La Resolución de Problemas (RP) ha sido un tema de interés para muchos investigadores y se aprecia una amplia literatura y diversidad de investigaciones que se han desarrollado en este campo, avalando de esta forma que la RP es un espectro de estudio importante en la Matemática Educativa. La RP es un aspecto relevante en los procesos implicados en el aprendizaje de las matemáticas, los que se desarrollan en diversos entornos educativos. Esto permite a la RP constituirse como un tópico de estudio a partir de diferentes aristas, por ejemplo: RP en el aula de instituciones de educación primaria, o secundaria, inclusive instituciones de educación superior; RP en la *formación inicial docente*, tanto para profesores de enseñanza básica como superior; RP en la formación continua; entre otros campos de estudio asociados a este tópico. Desde los años 80, la RP se ha venido introduciendo en la mayoría de los países ya sea como un contenido, proceso, metodología o contexto para el aprendizaje de las



matemáticas (Pino, 2013), a propósito del impacto de una visión más bien constructivista de la educación. La RP ha sido la actividad central de los matemáticos por siglos, sin embargo, nos interesa estudiar los procesos de diseño de esta actividad, considerado como actores principales a los profesores en formación.

### **1.2.La Resolución de Problemas en el contexto curricular chileno**

En particular, la RP en el aula se ha constituido en un pilar de suma importancia en los procesos educativos que se desarrollan en las instituciones educativas del sistema escolar chileno. En este sentido, el Ministerio de Educación propone para la asignatura de matemáticas el desarrollo de cuatro habilidades, las cuales están contenidas en sus bases curriculares (MINEDUC, 2011). Éstas corresponden a: Resolver Problemas, Argumentar y comunicar, Representar y Modelar.

### **1.3.La Resolución de Problemas en el escenario de la formación inicial docente**

Las instituciones de educación superior han desarrollado diversas acciones a fin de que sus carreras de pedagogía impacten en forma significativa en las instituciones escolares, a través de los docentes que gradúan en sus carreras de pregrado o postgrado en matemáticas o enseñanza de la matemática. En estos términos, la formación matemática contribuye a que los futuros profesores desarrollen su capacidad de confrontar y construir estrategias para resolver problemas y realizar un análisis crítico de diversas situaciones concretas incorporando formas habituales de la actividad matemática (MINEDUC, 2012). De manera específica, el Instituto de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, lugar donde se enmarca este proceso de investigación y donde se imparte la carrera de Pedagogía en Matemáticas, ha desarrollado diversas acciones a fin de promover una enseñanza *ad hoc* en la formación inicial docente, tales como la reestructuración de sus planes curriculares, procesos de autoevaluación o proyectos de mejoramiento institucional, entre otras actividades. En este sentido, la formación de profesores en dicho instituto ha decantado en una estructura curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas, la cual está basada en seis grupos de asignaturas asociadas a las siguientes categorías: Matemáticas Puras; Didáctica de la Matemática; Gestión Pedagógica y Perspectivas de Educación, Psicología; Prácticas Pedagógicas; y Formación General o Fundamental. Claramente, esta idea no es originaria de aquella institución, sino que es una perspectiva general que se ha desarrollado en las últimas décadas. Blanco (1998) propone un discurso similar respecto a esta estructura curricular planteada. De esta forma, y al igual que muchas instituciones de educación



superior a cargo de la formación inicial de profesores, se ha puesto énfasis en que las habilidades de los estudiantes de las carreras de pedagogía se ajusten al marco de grupos de asignaturas descritas anteriormente, y de qué forma las competencias profesionales asociadas a cada una de estas asignaturas permiten, por parte del docente en formación, generar propuestas de enseñanza y/o aprendizaje significativas en su eventual ejercicio profesional. De manera específica, y al tratarse de una institución que forma profesores de matemática, y en el escenario de que la RP es un aspecto considerado en el currículum nacional, resulta de manera natural plantearse interrogantes del tipo ¿cómo se aborda la RP en la carrera de pedagogía en matemáticas por parte de los formadores de profesores? (incluso la pregunta puede ampliarse a otros planteles de educación superior en términos de comparación), ¿cómo abordan los estudiantes para profesor de matemáticas la RP?, o preguntas de mayor generalidad tales como ¿cuál es el impacto hacia el medio escolar respecto a las habilidades y competencias que poseen los profesores de matemáticas en términos de la RP?

#### 1.4.La Problemática

En virtud de los antecedentes planteados anteriormente, la formación inicial docente debe contemplar en sus respectivas actividades académicas, las instancias en donde los profesores en formación puedan adquirir los aprendizajes y competencias para abordar la RP en su futuro profesional. De esta forma, consideremos que dos factores de importancia deben tomarse en cuenta a la hora de observar la RP en la formación inicial, a saber:

- Los profesores en formación inicial muestran habilidades para *la resolución de problemas*.
- Los profesores en formación inicial poseen las competencias pertinentes para diseñar problemas acordes a un determinado nivel educativo.

El contexto educativo también es importante y, en este sentido, la matemática que subyace a cada problema debe ser conocida por los profesores, a fin de considerar los distintos ritmos de aprendizaje de sus futuros estudiantes y, por tanto, *los problemas diseñados* deben ser adaptables y/o moldeables para quien los está resolviendo.

#### 1.5.Pregunta de investigación

¿Cuáles son las dificultades que evidencian los profesores en formación inicial de la carrera de pedagogía en matemáticas, en cuanto al diseño de situaciones basadas en la resolución de problemas?



## 2. MARCO TEÓRICO

Respecto al sustento teórico de este trabajo, es necesario definir dos aspectos clave para situar la investigación. Por una parte, es necesario contar con una definición de Problema y de la misma manera, es importante definir un mecanismo de resolución que nos permita visualizar la resolución de dicho problema.

### 2.1. Problema

En el ámbito de la matemática, existe una amplia gama de literatura respecto al significado de la palabra problema. Polya, Schoenfeld, Simón, Carrillo, entre muchos otros, han propuesto un significado para el concepto relativo a Problema Matemático. En suma, para efectos de este trabajo consideramos un Problema Matemático como aquella situación conflictiva para la que no existe un algoritmo, método o procedimiento inmediato que permita alcanzar su solución (Pino, 2013). Esta definición recoge la esencia del objeto en cuestión y es avalada por otros autores como Isoda y Olfos (2009), lo cual permite abordar el objetivo de esta investigación de manera apropiada.

### 2.2. Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD)

Por otra parte, es importante situar el mecanismo a través del cual entenderemos la resolución de un problema, esto es, la *Teoría de las Situaciones didácticas*; en particular, las situaciones a-didácticas, como mecanismo verificador de la resolución de un problema.

La presentación que hacemos a continuación de la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD) se puede encontrar con más detalle en Brousseau y Balacheff (1998), sin embargo a continuación precisamos los conceptos a considerar en nuestro estudio, para dar cuenta de la pregunta de investigación planteada.

#### *Aprendizaje por adaptación*

Uno de los conceptos fundamentales de la TSD es el de Aprendizaje por adaptación, que es el aprendizaje que se produce por interacción entre un sujeto y un medio. En la Figura 1 presentamos un esquema que sintetiza los principales aspectos de esa interacción.

El sujeto tiene una intención (una necesidad, un objetivo) y para alcanzarla realiza una acción sobre el medio. El medio reacciona a esa acción (lo cual recibe el nombre de retroacción). El sujeto



interpreta esta retroacción para poder validar o invalidar su acción; es decir, para decidir si alcanzó o no lo que se proponía. Si la acción se realizó y el sujeto no alcanza lo que él quería, entonces la validación es negativa, y el sujeto modifica su acción para poder alcanzar lo que se propone. Si la acción sí alcanzó lo que el sujeto quería, la validación es positiva y el sujeto refuerza dicha acción.

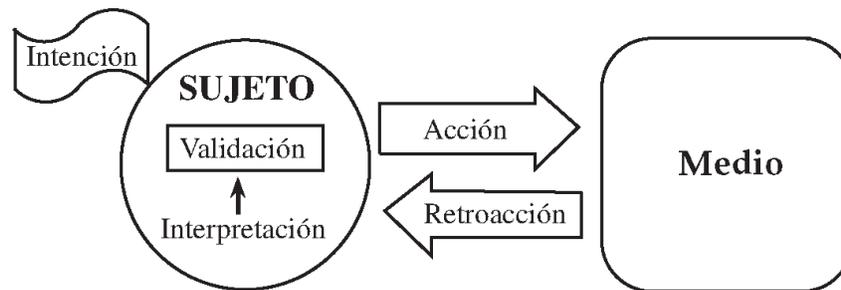


Figura 1. Aprendizaje por adaptación.

El aprendizaje por adaptación no contempla la intervención de un profesor; sin embargo, en la TSD de Guy Brousseau el rol del profesor es muy importante, puesto que es el encargado de crear la intención en el estudiante y preparar correctamente el medio. En este caso, el problema cumple un rol fundamental. El profesor debe anticipar las posibles acciones del estudiante y las retroacciones del medio, para garantizar que puedan ser interpretadas por el estudiante, con el fin de validar o invalidar sus acciones, y que de esta manera se dé un aprendizaje por adaptación.

#### *Situación didáctica y situación a-didáctica*

Otro concepto fundamental de esta teoría es el de situación a-didáctica, que es aquella situación que produce un aprendizaje por adaptación. La situación a-didáctica sólo puede comprenderse con relación a la situación didáctica, que es una situación normal de clase.

Una situación es didáctica cuando un individuo (profesor) tiene la intención de enseñar a otro individuo (estudiante) un saber matemático dado. Una situación es a-didáctica cuando se da interacción entre un sujeto y un medio para resolver un problema. Como el medio es impersonal, no tiene ninguna intención didáctica: no desea enseñarle nada al estudiante. Por eso este tipo de situación recibe el nombre de a-didáctica. Aunque podría pensarse que estas dos situaciones están totalmente en oposición, puesto que una necesita del profesor y la otra no; según la TSD se da una interacción de estas dos situaciones, en la que la situación a-didáctica puede ser parte de una situación didáctica. En la Figura 2 se ilustra esta interacción.



En la Figura 2 se muestra la situación global, que es la situación didáctica, pues comprende las relaciones entre el profesor, el estudiante y el saber. El profesor desea enseñar el saber al estudiante, no comunicándose directamente, sino planteándole una situación a-didáctica (en el interior de la situación didáctica), planeada para producir un aprendizaje por adaptación. Con este fin, el profesor prepara cuidadosamente un medio con el cual el estudiante podrá interactuar, y un problema que produzca en el estudiante una intención y desencadene unas acciones sobre el medio.

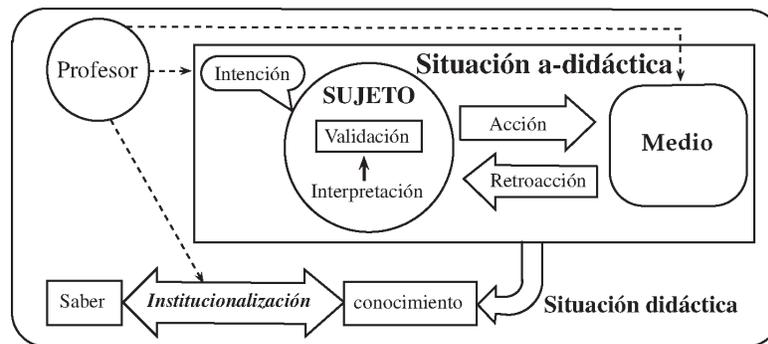


Figura 2. Relación entre situación didáctica y situación a-didáctica.

El producto de esa situación a-didáctica es un conocimiento, que lo interpretamos como una estrategia que permite resolver el problema. Según la TSD, el conocimiento es diferente del saber. El conocimiento es personal y contextualizado, mientras que el saber es impersonal y descontextualizado. Por lo tanto, una vez finalizada la situación a-didáctica, el profesor debe explicitar las relaciones entre el conocimiento construido por el estudiante gracias a la situación a-didáctica y el saber que desea enseñar. A este proceso se le llama institucionalización.

Tenemos entonces al interior de la situación didáctica una situación a-didáctica que el profesor utiliza para que los estudiantes construyan un conocimiento, al cual podrá referirse para exponer el saber. La función principal del profesor es la de preparar la situación a-didáctica: seleccionar cuidadosamente el medio y el problema que planteará a los estudiantes. Mientras se lleva a cabo la situación a-didáctica, el profesor se abstiene de comunicar el saber a los estudiantes, pues de esa manera impediría que se realice un aprendizaje por adaptación. Esto no quiere decir que el profesor no deba intervenir durante la situación a-didáctica, sino que su intervención debe limitarse a animar al estudiante a resolver el problema, hacerle tomar conciencia de las acciones que puede realizar y de las retroacciones del medio, pidiéndole que sea él mismo quien decida si resolvió o no el problema (validación). Este proceso recibe



el nombre de devolución. Una vez terminada la situación a-didáctica, el profesor retoma su responsabilidad de enseñar, explicitando las relaciones entre el conocimiento construido en la situación a-didáctica y el saber que desea comunicar (fase de institucionalización).

### 3. METODOLOGÍA

Este estudio de caso (Stake, 2010), conformado por 36 estudiantes de Pedagogía en Matemáticas, se desarrolla en etapas, con base en una ingeniería didáctica (Artigue, 1998; Brousseau, 2006), realizando un análisis a priori de los problemas diseñados por los estudiantes que conforman el caso de estudio y un análisis a posteriori de la propuesta, sustentada en retroalimentaciones.

#### 3.1. Estudiantes participantes del estudio

Se insertó una nueva actividad en la planificación de primer semestre del año 2016 en el Curso Taller de Matemática Educativa 1, de 7º semestre del programa de Pedagogía en Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. La actividad lleva por nombre “*Diseño de problemas para ser aplicados en aula*”, y se contempló la participación de todos los estudiantes del curso (que son nuestro caso de estudio). La actividad fue aplicada por etapas y tuvo una duración de 9 semanas.

#### 3.2. Primera etapa

Para trabajar en la situación los estudiantes del curso se conforman en grupos de 3 estudiantes, y el profesor del curso les entrega una hoja a cada uno, con la siguiente pregunta ¿Qué es un problema? Una vez que los grupos han finalizado de escribir sus respuestas, el profesor procede a realizar una plenaria con todo el curso, para consensuar una discusión a la pregunta ¿qué es un problema? Cuya respuesta emerge de los comentarios dados por los mismos estudiantes.

#### 3.3. Segunda etapa

Una vez consensuada la definición de problema, se procede a resolver problemas (diseñados en el marco de ARPA, 2015), teniendo en cuenta que previamente el curso se ha conformado en grupos aleatorios de 3 estudiantes cada uno.

La dinámica de trabajo durante la Resolución de Problemas fue la siguiente:



- Es fundamental que el profesor (quien actúa como monitor en esta actividad) domine los problemas.
- El monitor entrega una hoja con el enunciado del problema a cada estudiante y explica que se trata de que “*el grupo resuelva el problema*”.
- El monitor siempre queda en un segundo plano, dejando que los estudiantes sean protagonistas tal como lo indica la Teoría de Situaciones Didácticas.
- El monitor supervisa en todo momento el trabajo que están realizando los estudiantes y dinamizan la discusión.
- El monitor interactúa con los estudiantes a través de preguntas.
- Cuando el monitor es llamado a un grupo, interactúa, escucha, hace la pregunta y se aleja del grupo para promover que la discutan entre ellos.
- El monitor debe estar atento a los diferentes ritmos de trabajo de los grupos (cada grupo llevará su propio ritmo de trabajo).
- Cuando acercarse a un grupo. Si tardan en ponerse a discutir entre ellos: dinamizar la discusión (por ejemplo, pidiéndole a uno que le explique al otro lo que ha hecho). Cuando el grupo decide que ha resuelto el problema (cada estudiante debe ser capaz de explicar la(s) solución(es) que se han obtenido).
- Se considera que un grupo ha resuelto el problema cuando cada uno de sus miembros es capaz de convencer al resto de su solución y explicar las estrategias de sus compañeros.

### 3.4. Tercera etapa

Esta tercera etapa experimenta un nuevo reto para los estudiantes participantes, esto es, poder diseñar un problema a partir de alguna fuente que el grupo estime conveniente. Se discute en plenaria la idoneidad de los problemas propuestos. Luego se verifica por una parte, si cumple la definición de problema que se propuso, y por otra, el curso resuelve los problemas con el fin de corroborar que se cumplen las fases de una situación a-didáctica. Para ello, un grupo expone su problema y los otros docentes preguntan, critican, proponen, resuelven en grupos, etc. Luego se rediseña el problema de acuerdo a las retroalimentaciones obtenidas.



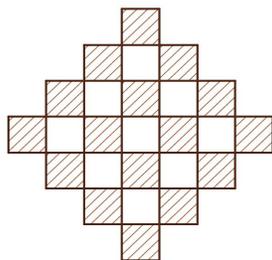
#### 4. RESULTADOS

Se aprecia como resultado preliminar que los problemas diseñados por los profesores en formación, previo a la retroalimentación, se clasifican en las siguientes categorías:

- Situaciones rutinarias, que pueden resolverse de forma inmediata, no cumpliendo la definición de problema.
- Situaciones que, aunque presentan una contextualización, no se condicen con la definición de problemas considerada en el curso.
- Situaciones que no se pueden resolver de forma inmediata, pero cumplen la definición de problema, sin embargo, el mecanismo para su resolución no es accesible a quien lo desarrolla. La dificultad recae en el enunciado lo que no permite su resolución.
- Algunos grupos logran diseñar de forma adecuada el Problema.

Posterior a la retroalimentación, los grupos, en su mayoría se acercaron a un diseño de un problema adecuado para su ejecución (Figura 3).

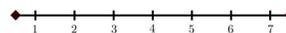
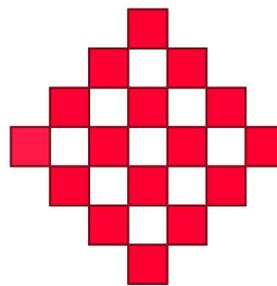
Este modelo está formado por azulejos tarjados y blancos. Su anchura es de 7 azulejos. Un museo tiene un piso con este diseño y su anchura es de 149 azulejos. ¿Cuántos azulejos contendrá en total?



Problema Pre Retroalimentación.

El piso de un museo en construcción presenta su diseño de la misma forma que la figura que se muestra abajo. Este diseño está formado por azulejos rojos y blancos, los que tienen un ancho de 7 azulejos.

Si se quiere que el diseño tenga un ancho de 11 azulejos ¿Cuántos azulejos se utilizarán en total?



Problema Post Retroalimentación.

Figura 3. Problema Pre y Post Retroalimentación.



## 5. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, es posible evidenciar en primera instancia que los profesores en formación participantes de la investigación deben desarrollar competencias apropiadas para el diseño de un problema. Resolver problemas, en general, no los estaría habilitando como expertos para el diseño de los mismos. Sin embargo, se visualiza un fluido entendimiento en las retroalimentaciones, lo que les permite confeccionar una propuesta acorde a un problema.

Se espera en una próxima etapa, profundizar en los mecanismos de enseñanza y retroalimentación respecto al diseño de problemas en el escenario propuesto por esta investigación.

### *Agradecimientos*

Este trabajo ha sido subvencionado por el proyecto FONDEF ID 14I10338. Los autores manifestamos nuestros agradecimientos al equipo director del proyecto por otorgarnos el apoyo en esta investigación.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARPA (2015). *Activando la Resolución de Problemas en las Aulas*. Recuperado de: <http://arpamat.cl/?cat=50>
- Artigue, M. (1998). Ingeniería didáctica. En M. Artigue, R. Douady, L. Moreno y P. Gómez (Eds.). *Ingeniería didáctica en educación matemática*. Colombia: Una empresa docente.
- Blanco, L. (1998). Otro nivel de aprendizaje: perspectivas y dificultades de aprender a enseñar Matemáticas. *Cultura y Educación*, 9, 77-96. Madrid: Fundación Infancia y Aprendizaje.
- Brousseau, G., & Balacheff, N. (1998). *Théorie des situations didactiques: Didactique des mathématiques 1970-1990*. Grenoble: La pensée sauvage.
- Isoda, M., & Olfos, R. (2009). *El Enfoque de Resolución de Problemas en la Enseñanza de la Matemáticas a partir del Estudio de Clases*. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Ministerio de Educación (MINEDUC) (2011). *Matemática. Programa de estudio. Primero Básico*. Santiago, Chile.
- Ministerio de Educación (MINEDUC) (2012). *Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía en Matemáticas*. Santiago, Chile.
- Pino, J. (2013). *Concepciones y prácticas de los estudiantes de Pedagogía Media en Matemáticas con respecto a la resolución de Problemas y, diseño e implementación de un curso para aprender a enseñar a resolver problemas*. (Tesis de Doctorado no publicada). Universidad de Extremadura. España.
- Stake, R. (2010). *Metodología con Estudio de Casos*. España: Labor.