



Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

María Aravena Díaz
Facultad de Ciencias Básicas.
Departamento de Matemática
Facultad de Ciencias Básicas
Universidad Católica del Maule
Talca, Chile
maravena@ucm.cl

Carlos Caamaño Espinoza
Facultad de Ciencias Básicas.
Departamento de Matemática
Facultad de Ciencias Básicas
Universidad Católica del Maule
Talca, Chile
ccaamano@ucm.cl

Resumen.

La investigación, se enmarca en el Proyecto **FONIDE 410987** y forma parte de un proyecto más amplio **FONDECYT 1090617**, consiste en un experimento de aula, en la formación inicial de profesores de matemática en la UCM, Talca, Chile. El sustento teórico, se apoya en las propuestas en la línea de la resolución de problemas y de la modelización. El enfoque del estudio fue de corte cuantitativo, donde se analizó el perfil del futuro profesor y los efectos producidos en el alumnado de secundaria. A nivel de resultados, se evidencia que el perfil docente, para que el alumnado de secundaria tenga un buen desempeño en la resolución de problemas, depende de los siguientes factores: (1) dominio en la conceptualización, (3) alto nivel en la organización de la información, (4) muy buena matematización, (5) buenas estrategias para enfrentarse a la resolución de problemas y; (6) muy buen nivel en la comunicación matemática.

Palabras claves: formación de inicial, pre-prácticas, resolución de problema y modelización

Equipo de Investigación FONIDE 410987
Investigadora Principal: Aravena, M.
Coinvestigadores: Caamaño, C.; González, J.; Córdova, F.; Cabezas, C.

I. Presentación del problema. La formación matemática en Chile, salvo excepciones, en todos los niveles, está basada en un trabajo eminentemente algorítmico con escasas aplicaciones en las diversas áreas del conocimiento e incluso existe una parcelación en la propia matemática. Las críticas por esta problemática se han enfocado a la formación inicial del profesorado, concentrando la mayor atención la poca capacidad de innovación de los formadores de formadores, donde se coloca de manifiesto que la enseñanza no está respondiendo a las demandas requeridas en la sociedad actual. Al mismo tiempo, los cambios curriculares que se han realizado en la última década, no han dado respuesta a una enseñanza acorde a los tiempos actuales, puesto que ésta, tanto en sus metodologías como en los procesos evaluativos, sigue estando basada en un esquema tradicional. Entre los problemas más relevantes se destacan: (1) escaso trabajo basado en la resolución de problemas, lo que tiene como consecuencia que los futuros profesores no logran establecer la interconexión de la matemática con las otras áreas del conocimiento; (2) escasa interrelación en la propia matemática, en particular geometría y álgebra (Díaz & Poblete, 1998; Aravena & Caamaño, 2007; Aravena, Caamaño & Giménez, 2008; Aravena & Caamaño, 2008); (3) escasa interrelación con los modelos de enseñanza y las corrientes pedagógicas que no permiten a los futuros docentes preparar situaciones de enseñanza de acuerdo a los contextos en los cuales se va a impartir y; (4) escaso conocimiento de los procesos histórico-epistemológicos de la disciplina, que no les permite comprender la dinámica del desarrollo científico.

Por otro lado, investigaciones recientes han señalado que el nuevo currículum que ha sido implementado en Chile no ha mejorado el rendimiento de los alumnos de educación media y básica, relacionándolo en que éste no se ha traducido en cambios sustantivos en las prácticas docentes (Latorre, 2004). Este aspecto coincide con investigaciones realizadas por Aravena & Caamaño (2007), quienes realizan un Diagnóstico en establecimientos municipalizados de la región del Maule en el marco del Proyecto Fondecyt 1030122. Allí se coloca en evidencia que los estudiantes presentan una serie de obstáculos y dificultades en la resolución de problemas y la articulación de los conceptos y procesos de resolución.

Asimismo, el informe de la OECD (2004) atribuye a la formación inicial de profesores parte importante de la responsabilidad en los resultados educativos, llamando la atención la existencia de debilidades, entre los contenidos disciplinares y las metodologías que los profesores utilizan en la sala de clases. Se recomienda que los países deben definir perfiles, claros y concisos de lo que se supone que tienen que saber y ser capaces de hacer los profesores, y esos perfiles deberían implantarse tanto en el sistema escolar como en el de educación de los profesores. Los perfiles del profesorado deberán basarse en una visión enriquecedora de la docencia y englobar parámetros tales como: un sólido conocimiento de la materia que vaya a impartirse; competencias pedagógicas; competencias didácticas, conocimiento de modelos de enseñanza, capacidad de elaborar unidades didácticas con modelos de enseñanza acorde a las temáticas a impartir. En este contexto, el Informe de Educación Superior en Chile (2009) da cuenta que las instituciones han hecho esfuerzos considerables para lograr la acreditación de los programas, pero no hay evidencia concreta de que estos esfuerzos han producido un mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje, sin embargo coloca en evidencia que muchas instituciones ya han definido perfiles de egreso, pero se plantea que no hay evidencia

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

empírica de cómo se está desarrollando el proceso de enseñanza y aprendizaje de los futuros docentes.

A partir de los planteamientos descritos anteriormente, considerando las investigaciones que dan cuenta que la formación inicial sería uno de los elementos que explicaría la calidad del desempeño profesional y tomando como referente que los buenos maestros marcan una clara diferencia en los aprendizajes que logran sus alumnos en sus rendimientos y, en definitiva, en el éxito escolar que éstos puedan tener (Rivkin et. al, 2002, citado en Latorre, 2004), se realizó una intervención con un grupo de estudiantes de Pedagogía en Matemática en sus prácticas tempranas. Esto es, se reconoce y es necesario que los futuros profesores estén en contacto permanente con el sistema educativo, de tal manera de enfrentarse, desde el inicio, con las dificultades del medio externo. Uno de los desafíos de esta aproximación temprana es fortalecer su formación, desarrollando una mirada crítica desde una propuesta teórica, aprovechando esta práctica para criticar o validar la teoría, un diálogo que Da Ponte (1999) considera esencial para codefinir ambas realidades y que le permita además construir una estructura conceptual potente. Agregando además, que las necesidades actuales en la formación de profesores de matemática deben considerar los destinatarios, por ello, es necesario que, en su formación se articulen: matemática, modelos de enseñanza y de evaluación, todo ello basado en la resolución de problemas con sus aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento.

Preguntas de investigación. Para efectos del estudio se presentan las preguntas de investigación de los dos actores objeto de intervención que corresponden a:

- (1) ¿Cómo integran y articulan los conceptos y procesos matemáticos los alumnos de pedagogía en matemática cuando son enfrentados a la resolución de problemas en contextos de modelización del ámbito escolar?
- (2) ¿Cómo articulan los contenidos matemáticos con los modelos de enseñanza y práctica evaluativas cuando se enfrentan al diseño y a la implementación de un proyecto pedagógico en las aulas de secundaria?
- (3) ¿Cuáles son las características que poseen los futuros docentes y los factores que influyen en el alumnado de secundaria para que tengan un buen rendimiento, cuando implementan una unidad didáctica basada en la resolución de problemas?

Objetivo: Determinar las capacidades que desarrollan los estudiantes de Pedagogía en Matemática cuando se enfrentan a un trabajo matemático basado en la resolución de problemas y al diseño teórico de un Proyecto Pedagógico que contiene planes de clases del Modelo Japonés y a su validación en las aulas de secundaria de la Comuna de Talca y Linares, en el contexto de sus prácticas tempranas. Incorporando además, los efectos producidos en el alumnado de secundaria cuando son enfrentados a la resolución de problemas en contextos de aplicación.

II. Marco teórico El posicionamiento teórico tomó como primer referente, la importancia de incorporar la resolución de problemas en la formación inicial del profesorado, especialmente cuando se trabajan problemas en contextos de aplicación, basado en la modelización de situaciones geométricas y algebraicas. Los referentes teóricos analizados, han sido aquellos que

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

han conducido a una reflexión para el trabajo matemático de aula, tanto en la formación inicial de profesores como en la formación del alumnado de secundaria. Justificamos dicha reflexión en el sentido de la necesidad de que el alumnado de pedagogía, conozca y analice sobre modelos de planificación, modelos de enseñanza y sistemas de evaluación, que han permitido una mejora en el alumnado de secundaria, en diferentes países y condiciones.

2.1. Resolución de problemas y modelización . Uno de los temas que ha concitado el interés nacional, en todas las esferas educativas, está referido a los bajos resultados de los estudiantes chilenos en las pruebas nacionales (SIMCE) e internacionales (PISA y TIMSS), que dan cuenta que éstos están muy por debajo de la media, no presentándose diferencias significativas en los últimos años. Al respecto, para comprender el problema de fondo, es necesario analizar lo que ha sido la formación matemática en las últimas décadas, ya que ésta ha estado orientada preferentemente a la ejercitación y al manejo de algoritmos, fuera de contextos, hecho que no permite a los estudiantes comprender su utilidad, acrecentándose aún más en los establecimientos que atienden a los sectores de nivel socioeconómico medio bajo y aún más, en los sectores rurales y marginales (Aravena & Caamaño, 2007; Aravena & Caamaño, 2008). Por ello, se han revisado las propuestas referidas a la resolución de problemas, cuyas investigaciones realizadas en Chile por Aravena & Caamaño (2007) dan cuenta que el trabajo con problemas, salvo excepciones, está alejado de las aulas de nuestro país, constatándose que no se relaciona la matemática con la realidad ni con las otras áreas del conocimiento e incluso, existe una parcelación en la propia matemática (Aravena & Caamaño, 2007). Al mismo tiempo, numerosas son las investigaciones que reportan la importancia que tiene la resolución de problemas para el desarrollo del pensamiento y habilidades de orden superior, como asimismo, se muestran diferentes estrategias de resolución, conocidas como métodos heurísticos que faciliten el trabajo de los estudiantes (Polya, 1957; Schoenfeld, 1982; Shumizu, et al., 2007; Aravena & Caamaño, 2008).

Uno de los temas que ha concitado el interés en los últimos años, aunque no es algo nuevo, ha sido el trabajo con problemas de aplicación basado en la modelización de situaciones. Los argumentos básicos para determinar el modelaje como una forma de enseñanza y que son los pilares de esta metodología, los podemos encontrar en las propuestas de Niss (1989) y seguidores, donde se destaca la importancia de incorporar en las aulas este tipo de trabajos, presentando una serie de ventajas frente a otras metodologías, puesto que permite desarrollar la capacidad de resolver problemas; prepara a los alumnos a usar la matemática; desarrolla la capacidad crítica de la matemática en la sociedad y ayuda a la comprensión de los conceptos y métodos y su utilización práctica. Los planes de estudio de las reformas curriculares en muchos países occidentales, especialmente en la educación secundaria, han hecho hincapié en trabajar en las clases de matemática a través de la modelización matemática, considerándose un elemento importante para una puesta al día de las matemáticas. Sin embargo, tal como lo plantea Blomhøj (2009), a pesar de la importancia de introducir en el aula un trabajo matemático basado en la modelización, cuando se trata del nivel de la práctica docente, sigue siendo una cuestión pendiente.

2.3. Modelos de planificación y enseñanza. Respecto de modelos de planificación de la actividad matemática se realizó un análisis del texto “Japanise Lesson Study in mathematics at a Glance” (Shizumi, et.al, 2005), se observa que el punto fuerte de la enseñanza en Japón, es la forma como el profesor o grupo de profesores organiza el Plan de Clases y el análisis de la clase, lo que denominan estudio de la lección. Aravena (2007), Isoda, Arcavi & Mena (2008) y

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

Aravena & Caamaño (2008), explican el modelo de planificación de Japón, colocando en evidencia que permite una muy buena organización de las clases y queda plasmado en lo que denominan el Plan Didáctico Anual, de acuerdo a estándares nacionales para el currículo, cuyo objetivo es desarrollar la habilidad de comprensión y razonamiento creativo.

Respecto de los modelos de enseñanza, para el aula, la literatura especializada da cuenta que, en los últimos años, ha habido una explosión de trabajos que señalan la importancia de utilizar modelos de enseñanza para enfrentar las actividades de aula. Jaime & Gutiérrez (1996) reporta una variedad de modelos de enseñanza y razonamiento, para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. En Chile, como en numerosos países latinoamericanos, los profesores han trabajado por años modelos de enseñanza basados en el “constructivismo”, sin variar sus prácticas pedagógicas, no permitiendo mejorar los aprendizajes y el desarrollo de capacidades del alumnado, lo que queda demostrado en los resultados de las pruebas de medición de la calidad, tanto nacionales como internacionales, que dan cuenta del escaso éxito de los estudiantes chilenos. Dentro de los modelos que han sido exitosos, especialmente en geometría, se destaca el modelo de razonamiento matemático de los Van Hiele, que ha tenido éxito, tanto en la organización de los currículum, en la planificación de la enseñanza y en la organización de las actividades en los textos de estudio, como es el caso de Singapur.

III. Metodología El enfoque de la investigación fue de corte cuantitativo donde se levantaron categorías de análisis que permitió (1) reconocer el perfil de progreso del alumnado de pedagogía en matemática que ha sido objeto de la innovación metodológica y (2) para analizar los efectos producidos en el alumnado de secundaria, objeto de la intervención pedagógica.

3.1. Descripción de la propuesta global del trabajo de proyectos pedagógicos. La innovación para los futuros profesores, colocó el énfasis en la resolución de problemas y la modelización de situaciones del ámbito escolar (Niss, 1997; Aravena & Caamaño, 2009). Para el diseño de la propuesta, se tomó como referencia el plan de clases utilizado en Japón, considerando el entorno sociocultural del alumnado de secundaria y modelos de enseñanza y razonamiento que han sido exitosos en propuestas de aula en numerosos países. Se consideró además, modelos evaluativos para valorar el trabajo matemático del alumnado de secundaria (Giménez, 1997; Alsina, 1998; Aravena, 2001; Aravena & Giménez, 2002).

3.2. Muestras.

3.2.1. Selección de la muestra del alumnado de Pedagogía en matemática. La muestra para el estudio se seleccionó de acuerdo a los siguientes criterios: Alumnos que hubiesen cursado las asignaturas de: Eje algebraico completo, Historia y Epistemología de la Matemática y que se encuentren o hayan aprobado Análisis III. En la línea de Educación: Procesos de Aprendizaje y Didáctica General y que estuviesen a los menos cursando o haber cursado Metodología de la Investigación. De un total de 45 alumnos, la muestra quedó constituida de 38, que cumplían con los requisitos señalados. Estos alumnos se enfrentan a la asignatura de Didáctica del Álgebra y la Geometría que incorpora su primera práctica temprana de 3 semanas de intervención. Respecto de las características de la muestra, destacamos que 7 del alumnado estaba al día en la malla curricular, 19 atrasados un semestre y 12 alumnos con más de un semestre de retraso en la malla curricular.

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

3.2. 2. Muestra donde se realizó la intervención. Alumnado de secundaria. Para la selección de los establecimientos se establecieron contactos con los Directores de cada establecimiento de la comuna de Talca y Linares. No fue posible utilizar alguna técnica estadística que permitiera la selección de aleatoriedad debido a que son los Directores quienes autorizan dichas pre- prácticas y prácticas. Con lo cual los establecimientos que autorizaron cursos para el estudio fueron: 4 liceos municipalizados científico-humanista, 5 establecimientos particulares subvencionados, 2 establecimientos técnico- profesional.

La intervención en el alumnado de pedagogía en matemática se realizó, el segundo semestre de 2009 y la intervención al alumnado de secundaria fue de tres semanas en el segundo semestre de 2009 y primer semestre de 2010.

3.3. Métodos e Instrumentos de Análisis. Para analizar cuantitativamente el perfil inicial y perfil de progreso del alumnado de pedagogía, se diseñó un pretest y un postest, tomando en consideración las propuestas de Aravena & Caamaño (2007) que dan cuenta de los elementos que se deben valorar en la resolución de problemas. Asimismo, y con el propósito de analizar el efecto producido por los grupos de trabajo en el alumnado de secundaria, cada grupo de trabajo, que realizó su pre-práctica, diseñó un pretest y un postest de acuerdo a las temáticas respectivas guiado por la profesora-investigadora. Para ello, se consideraron categorías de análisis que son globales a cualquier temática de aula en el trabajo con problemas y que han sido reportados por las investigaciones (Alsina, 1998; Aravena, 2002; Aravena & Caamaño, 2007), que dieron lugar al plan de análisis que se muestra en el cuadro 1.

categorias	Sucategorías
(1) Conceptualización.	<ul style="list-style-type: none"> • articulación de los conceptos •significado de los conceptos en el contexto del problema.
(2) organización de la información.	<ul style="list-style-type: none"> • organizar datos, establecer condiciones y restricciones. •Establecimiento de hipótesis • sistemas de representación.
(3) Matematización.	<ul style="list-style-type: none"> •descripción de relaciones matemáticas •Utilización de propiedades y algoritmos •Formulación del problemas en términos matemáticos
(3) Estrategias generales,.	<ul style="list-style-type: none"> • generalización •establecimiento de regularidades •establecimiento de conjeturas.
(4) Comunicación matemática.	<ul style="list-style-type: none"> • explicitación y argumentación de los procesos •explicitación de resultados.

Cuadro 1. Categorías y subcategorías de análisis.

3.4. Instrumentos de medición, técnicas de validación y análisis. Para medir las variables de interés en el pretest y postest en aquellos ítems equivalentes de acuerdo a las categorías de análisis, se diseño un instrumento tipo escala Likert, donde se utilizaron rangos de puntaje de 1 a 5. Se uso en los análisis, los promedios resultantes en la escala permitiendo analizar la puntuación en el continuo de 1 - 5. Respecto de la validación del pretest y postest, se realizó un análisis de fiabilidad mediante el alfa de Cronbach, a ambos grupos que permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las variables observadas.

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

Para analizar las capacidades desarrolladas en el pretest en contraste con el posttest, se realizó un análisis de reducción de variables y un estudio comparativo, mediante la prueba T para muestras relacionadas. Se consideró los promedios de los ítems para cada dimensión, lo cual permitió aplicar la técnica, esto sumado al tamaño de muestra del estudio. Para analizar los efectos producidos en el alumnado de secundaria, se utilizó un modelo de regresión múltiple cuya variable dependiente es el grado de cada dimensión obtenida por el alumnado de secundaria y las variables independientes (factores) corresponden a las 5 dimensiones medidas al alumnado de Pedagogía en Matemática y un análisis del perfil de los futuros docentes que realizaron la intervención. Para ello, se consideró: (a) La planificación y el diseño de la secuencia de aula, el conocimiento matemático y la creatividad en el diseño de los problemas mediante promedios y (b) Identificación de las características que debe tener el alumnado de pedagogía en matemática para intervenir en las aulas de secundaria. Para ello, se utilizaron intervalos de confianza de un 95% en las categorías de conceptualización, organización, matematización, estrategias y comunicación matemática. Por último, se verificaron los supuestos de normalidad, independencia y homogeneidad de los residuos. Se ha considerado un modelo de regresión lineal múltiple, sin el intercepto, pues primero se realizó un modelo incluido el parámetro y no fue significativo.

El modelo utilizado es el siguiente: $Y = B_1 * X_1 + B_2 * X_2 + \dots + B_k * X_k + e$,

Donde, Y = variable dependiente; X_i = variables independientes, $i=1, \dots, k$; B_i = parámetros del modelo; e = error..

IV. Resultados y análisis A continuación se da cuenta del resultado de la innovación pedagógica en la primera práctica temprana del alumnado de pedagogía en matemática.

4.1. Análisis de fiabilidad estudiantado de pedagogía en matemática. Permitió cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las variables observadas. Paralelamente se calculó el coeficiente de Alpha de Cronbach eliminando un ítem a la vez para identificar aquellos que podrían estar influenciando el alpha, según esos resultados, ningunos de los ítems en forma individual produce un cambio mayor, por lo tanto se presentarán los alpha de Cronbach globales considerando todos los ítems.

Tabla 1.

Alfa de Cronbach en el trabajo con problemas del alumnado de Pedagogía en Matemática de la UCM.

	Problema 1		Problema 2	
	Pretest	Posttes	Pretest	Posttes
Alfa de Cronbach	0,917	0,952	0,945	0,941

4.2. Análisis de fiabilidad alumnado de secundaria. A continuación se presentan los resultados de fiabilidad por cada grupo de trabajo, tanto del pretest como del posttest, que se implementó en las aulas de secundaria. En la tabla 2, se muestra que los valores de alfa son mayores que 0.7, lo que es suficiente para garantizar la fiabilidad de los instrumentos de control.

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

Tabla 2.
Alfa de Cronbach alumnado secundaria

ALPHA DE CRONBACH		
GRUPON°	PRE-TEST	POS-TEST
1	0,86	0,97
2	0,79	0,98
3	0,93	0,81
4	0,95	0,87
5	0,86	0,92
6	0,83	0,84
7	0,86	0,97
8	0,96	0,98
9	0,82	0,97
10	0,92	0,97
11	0,86	0,92

4.3. Resultados y análisis prueba t-student. Alumnado de pedagogía. Con el propósito de verificar los cambios significativos que se dieron entre el pretest y postest, se establecieron comparaciones mediante la prueba t para muestras relacionadas, con un nivel de significación del 5%. Según se observa en la tabla 3, existe suficiente evidencia muestral para afirmar que se ha producido un aumento significativo, en las evaluaciones promedios de las distintas dimensiones, entre el postest y el pretest (t observados son superiores a t tabla aprox., donde: $t_{0,975}(37) = 1.673$; valor-p < 0,05).

Tabla 3.
Estadístico de prueba y valor-p para la prueba de comparación de medias, de las distintas dimensiones evaluadas al alumnado de Pedagogía en Matemática.

Prueba de muestras relacionadas					
	Diferencias relacionadas		t	gl	Valor-p
	Media	Desviación tip.			
Conceptualización - Posttest - Conceptualización - Pretest	,36342	,75626	2,962	37	,005
Organización de la información - Posttest - Organización de la información - Pretest	,51316	,56001	5,649	37	,000
Matematización - Posttest - Matemización - Pretest	,93474	,62372	9,238	37	,000
Estrategias generales - Posttest - Estrategias generales - Pretest	,73289	,88746	5,091	37	,000
Comunicación matemática Posttest - Comunicación matemática Pretest	,71500	,57585	7,654	37	,000

4.4. Resultados y análisis del efecto producido en el alumnado de secundaria por los grupos de pre-práctica.

4.4.1. Identificación de los factores influyentes medidas al alumnado de secundaria. Para analizar el efecto producido por los grupos en pre-práctica, en el alumnado de secundaria, se consideró el promedio del postest de cada grupo de trabajo y el promedio en el postest del alumnado de secundaria por curso. Para ello, se tomaron las dimensiones conceptualización,

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

organización de la información, matematización, estrategias generales y comunicación matemática, que son elementos comunes en la resolución de problemas de cualquier tipo.

Tabla 4.

Evaluaciones promedio para cada dimensión de ambos actores.

Grupo	Conceptualización		Organización de la información		Matematización		Estrategias generales		Comunicación matemática	
	Alumnos	Alumnos UCM	Alumnos	Alumnos UCM	Alumnos	Alumnos UCM	Alumnos	Alumnos UCM	Alumnos	Alumnos UCM
1	2,83	2,73	2,76	2,48	2,58	2,64	2,98	2,42	2,38	2,46
2	3,41	2,87	3,35	2,38	3,18	2,29	2,23	2,09	3,08	2,18
3	3,69	2,83	3,26	2,94	4,13	2,72	3,77	2,25	4,12	2,48
4	2,33	3,20	3,12	2,65	2,84	2,75	2,42	2,75	2,92	2,64
5	2,94	2,69	2,54	2,65	1,72	2,36	2,69	2,09	2,26	2,21
6	3,21	2,31	2,89	2,20	3,19	2,24	3,29	2,00	1,63	2,12
7	3,21	2,26	2,89	2,25	3,19	2,28	3,29	2,55	1,63	2,00
8	2,74	2,93	3,14	2,67	3,22	2,82	2,44	2,42	2,33	2,09
9	2,88	2,69	3,21	2,25	3,80	2,29	4,37	2,00	3,25	2,27
10	4,13	2,77	3,93	3,11	4,00	2,90	3,36	2,67	3,45	2,24
11	1,86	2,87	2,18	2,75	2,21	2,68	1,00	1,83	1,66	2,68

Nota. Puntajes de las evaluaciones: 1 a 5

En la identificación de los factores que influyen en la conceptualización medida al alumnado de los establecimientos, se consideró un modelo regresión lineal múltiple, cuya variable dependiente es el grado de conceptualización, estrategias generales, organización de la información, matematización y comunicación matemática respectivamente, obtenida por el alumnado de secundaria, y las variables independientes (factores) corresponden a las 5 dimensiones mediadas al alumnado de Pedagogía en Matemática. Los análisis de coeficientes tipificados muestran que la variable que contribuye en la predicción de la conceptualización del alumnado de secundaria es que alumnado de Pedagogía en Matemática posea una buena evaluación en la Organización de la información e identificación de datos condiciones y restricciones en un problema (valor $-p = 0,047$). Asimismo, se concluye que la variable que contribuye en la predicción de las estrategias generales del alumnado de secundaria, es que el alumnado de Pedagogía en Matemática posea una buena evaluación en las estrategias generales (valor $-p = 0,049$).

Si se considera la variable dependiente el grado de Organización de la información, el grado de matematización y comunicación matemática respectivamente, obtenida por el alumnado de secundaria, y las variables independientes (factores) son las 5 dimensiones mediadas al alumnado de Pedagogía en Matemática, los análisis de coeficientes tipificados muestran que no existe suficiente evidencia muestral para afirmar que las variables contribuyen con información para predecir el grado de la organización de la información, el grado de matematización y comunicación matemática respectivamente, medida al alumnado de secundaria.

4.4.2. Características de los futuros docentes. Para analizar los factores de los docentes que influyen en un buen rendimiento del alumnado de secundaria, se analizó las evaluaciones promedios de cada grupo en el postest, con las evaluaciones promedio de cada curso de secundaria en el postest, donde se concluye que, los grupos que se destacan son los grupos 3 y 10

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

ya que tienen características comunes en todas las dimensiones. Lo anterior coloca en evidencia que el perfil de un futuro docente, tal como se puede observar en el gráfico 1, para que el alumnado tenga un buen desempeño en la resolución de problemas, depende de los siguientes factores: (1) Una buena estructuración en la planificación de sus clases con conocimiento matemático- didáctico y problema en contextos, como algo prioritario, pero que no es suficiente (ver cuadro 3); (2) debe poseer un muy buen manejo en la conceptualización, es decir, el reconocimiento y significado de los conceptos en el contexto matemático y del problema, (3) Poseer una muy buena organización de la información estableciendo condiciones y restricciones. (4) Una muy buena matematización, es decir descripción de las relaciones matemáticas y aplicación de propiedades y algoritmos. (5) Buenas estrategias para enfrentarse a la resolución del problema y (6) Una buena comunicación matemática.

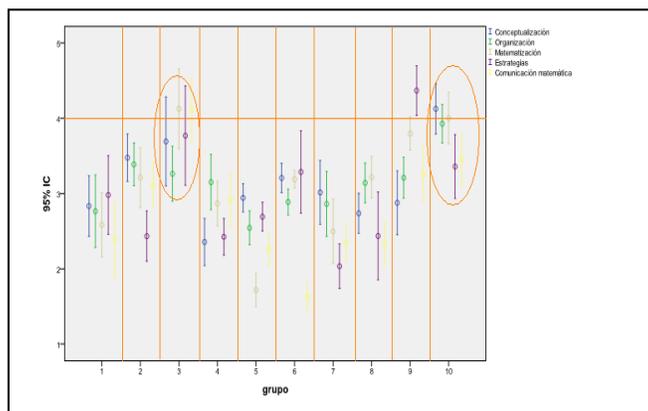


Grafico 1. Diagrama de barra y error comparativo de las dimensiones por el alumnado de Pedagogía en Matemática, para cada uno de los grupos de secundaria.

V. Conclusiones generales e implicaciones didácticas. Los resultados de la experiencia muestran que un trabajo matemático basado en la resolución de problemas y la modelización de situaciones del ámbito escolar, es prometedor en la formación inicial del profesorado, especialmente para desempeñarse posteriormente en el sistema escolar. Desarrollar las competencias para enfrentar problemas de modelización con las características descritas, es muy necesaria ya que estos procesos de integración conceptual, articulación de los conocimientos, aplicaciones en contexto, transposición al aula de secundaria, toman fuerza para potenciar su formación. Además, en la búsqueda de un perfil docente, que pueda influir en un buen rendimiento en el alumnado de secundaria, se concluye que para intervenir en las aulas de secundaria, no basta un buen diseño y planificación de sus clases, ni el conocimiento matemático didáctico en la elaboración de los problemas, aunque es algo prioritario, esto no es suficiente, sino que necesita algo más, esto es: (1) debe poseer un muy buen manejo en la conceptualización, (2) poseer una muy buena organización de la información y condiciones y restricciones del problema, (3) una muy buena matematización, (4) buenas estrategias para enfrentarse a la resolución del problema y (5) una buena comunicación matemática y recursos lingüísticos para entregar las explicaciones al alumnado de secundaria.

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

5.2 Limitaciones del estudio. El paro de profesores, dificultó a los grupos de trabajo realizar la intervención en los tiempos planificados, por lo cual 5 grupos implementaron la propuesta de aula en las fechas planificadas (noviembre 2009) y 6 grupos fuera en mayo de 2010. Además, el terremoto del 27 de febrero de 2010, atrasó el trabajo de aula de los 6 grupos que debían partir en marzo, ya que la mayoría de los establecimientos quedaron prácticamente destruidos. Esto significó, un atraso en la obtención de las evidencias para los análisis de resultados.

5.3. Proyecciones del estudio. Aunque no se pueden establecer generalizaciones, sería de sumo conveniente poder replicar esta experiencia, en otras universidades con alumnos de otras regiones y en establecimientos similares de tal manera de darle mayor validez. Asimismo, es conveniente, analizar el rendimiento en matemáticas utilizando algún modelo en varios niveles de tal manera de detectar los factores que tienen influencia en los logros de los futuros profesores y alumnado de secundaria.

VI. Bibliografía.

Alsina, C. (1998). *Neither a microscope nor a telescope, just a mathscope*. Proceed. ICTMA-1997.

Aravena, M. (2001): *Evaluación de proyectos para un curso de álgebra universitaria. Un estudio basado en la modelización polinómica*. Tesis Doctoral no publicada. Departament de Didáctica de la Matemática i de les Ciències Experimentals. Universitat de Barcelona, España.

Aravena, M. & Giménez, J. (2002). Evaluación de procesos de modelización polinómica mediante proyectos. Monografía modelización y matemáticas. *Revista UNO. Didáctica de las Matemáticas*. 31, 44-56.

Aravena, M. (2007). Método de resolución de problemas. Lesson Study de Japón. ¿Es posible una aproximación a la realidad chilena?. *Actas XXI Jornada de Matemática de la Zona Sur pp. 60*. Concepción Chile.

Aravena, M.; Caamaño, C., Cabezas, C. (2007). Doblado de papel en el primer nivel de razonamiento del modelo didáctico de Van-Hiele y su proyección hacia la formalización del pensamiento geométrico. *Revista Chilena de Educación Matemática*. RECHIEM, Vol.2.

Aravena, M.; Caamaño, C. (2007). Modelización matemática con estudiantes de secundaria de la comuna de Talca-Chile. *Revista Estudios Pedagógicos*. 33, 7-25

Aravena, M; Caamaño, C. & Giménez (2008): Modelos matemáticos a través de proyectos., *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. VII, número 1

Aravena, M.; Caamaño, C. (2008). The Method of Problem Solving based on the Japanese and Polya's Models. A Classroom Experience in Chilean schools. *In Research and Development in Problems Solving in Mathematics Education. Topic Study Group 19*. (pp. 71-80). ICME-11. Monterrey. México.

Aravena, M; Caamaño, C. (2009). Mathematical Models in the secondary Chilean education. In Blomhøj, M. & S. Carreira, (eds.) (2009). *Mathematical applications and modeling in the teaching and learning of mathematics*. Proceeding from topic study group 21 at the 11th International congress on Mathematical education in Monterrey, México, July 6-13, 2008. Imfufa, Roskilde University, Denmark: Authors.

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

Blomhøj, M. (2009). Different Perspectives in Research on Teaching and Learning Mathematical Modelling. Categorizing the TSG21 Papers. In Blomhøj, M. & S. Carreira, (eds.) (2009). *Mathematical applications and modeling in the teaching and learning of mathematics*. Proceeding from topic study group 21 at the 11th International congress on Mathematical education in Monterrey, México, July 6-13, 2008. Imfufa, Roskilde University, Denmark: Authors.

De Lange, J. (1996). Real problems with real world mathematics. , in Alsina C. et. Al (Eds): Proceedings of the 8th Congreso of Mathematics Education ICME (pp. 83-110). Sevilla, España.

Da Ponte (1999). *Recerca-Acció. Formació del professorat en matemàtiques. Anàlisi metodològica. Seminar pera la formació de recerca. Departament de Didàctica de les CC experimentals i de la matemàtica. Universitat de Barcelona. (pp 1-122)*

Díaz, M. V. & Poblete, A. (1998). Resolver tipos de problemas matemáticos. ¿Una Habilidad Inhabilitante?. *Revista Épsilon. Número Monográfico. 42, 409-423.*

Gómez, J. (2007). *La matemática reflejo de la realidad. La modelización matemática como herramienta para la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas*. Federación Española de Profesores de Matemática (FESPM). Badajoz. España.

Isoda Masami, Arcavi Abraham, Mena Arturo (2008) *El estudio de clases japonés en matemáticas*. Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Jaime A.; Gutiérrez, A. (1996): El Grupo de las Isometrías del Plano. Editorial Síntesis S.A. Madrid. España.

Keitel, C. (1993). Implicit Mathematical Models in Social Practice and Explicit Mathematics Teaching by Applications. En De Lange, J. and Keitel, C. Hunthey, I. Niss, M. (Ed) Innovations in Maths Education by Medelling an Applications. Chichister, Ellis Horwood Limited.

Latorre, M. (2004). *Aportes para el análisis de las racionalidades presentes en las practicas pedagógicas. Estud. Pedagóg.. [online]. 2004, no.30 [citado 24 Noviembre 2008], p.75-91. Disponible en laWorldWideWeb:<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071807052004000100005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-0705.*

Niss, M. (1989). Aims and scope of applications and modeling in mathematics curricula. En: W. Blum et al. (Eds.): Applications and modeling in learning and teaching mathematics (22-31). Chichester: Ellis Horwood.

OCDE Y EL BIRD/BANCO MUNDIAL (2009). Informe de la Educación Superior en Chile. pp. 185-205

PISA 2006 (2007) The Programme for International Student Assessment .(extraído en marzo de 2008 de <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/15/13/39725224.pdf>).

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

Polya, G. (1957). *How to Solve it*. N.J.: Princeton University Press. USA.

PROYECTO COMENIUS-USACH G&P Consultores (2002). Funciones matemáticas en la Enseñanza Media.

PROYECTO FONDECYT 1030122(2003-2005): Una propuesta integradora para la enseñanza de la matemática en la educación media chilena. La modelización matemática a través del trabajo de proyectos.

SIMCE 2006 (2007). Resultados Nacionales SIMCE. *Obtenido en junio 10 de 2008, de http://www.simce.cl/fileadmin/Documentos_y_archivos_SIMCE/informe_resultados/Informe_nacional.pdf*).

Schoenfeld, A. (1982) . Measures of Problem – Solving Performance and Problem – Solving Instruction. *Journal for Research in Mathematics Educations*. 13, 31-49.

Shizumi Shumizu, Masami Isoda, Kazuyoshi Okubo, Takuya Baba (2005). *Japanese Lesson Study in mathematics at a Glance*. Publicado por Meiji Tosho. Versión español traducida por Atsuko Ishikawa y Kyoto Obayashi, editado por Abraham Arcavi. (capítulo 2 y 5, sección 1).

Teachers Matter: Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers *Summary in Spanish* (extraído el 17 de Julio de 2008 de la pagina web: <http://www.oecd.org/dataoecd/38/36/34991371.pdf>).

TIMSS 2003 (2004). Highlights From the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) (extraído de la pagina web: <http://www.nces.ed.gov/pubs2005/2005005.pdf>)

Van hiele, P.M. (1987). A method to facilitate the finding of levels of thinking in geometry by using the levels in arithmetic (Presentación en la “*Conference on learning and teaching geometry: Issues for research and practice*”. Syracuse University, 1987).

Apéndice A

Problema 1 y 2 del pretest que fue aplicado al alumnado de Pedagogía en Matemática.

PROBLEMA 1.

SITUACIÓN. ¿Llueve mucho en el sur?

En una localidad de la zona sur de Chile, se realizó un estudio del promedio de las precipitaciones mensuales. Este estudio corresponde al período Marzo-Noviembre (indicados de 3 a 11, en la tabla), de tal manera de predecir el promedio de las próximas precipitaciones para organizar las actividades de los turistas.

Mes	Precipitaciones (mm.)
3	26,4
4	31,8
5	42,1
6	42,9
7	45,2
8	43,8
9	38,9
10	36,5
11	23,8

- i) Grafica los datos de la tabla.
- ii) Qué tipo de ajuste crees que es bueno. justifica
- iii) Cuál son los puntos inevitables en la gráfica.
- iv) Determina un modelo matemático de predicción que se ajuste a los datos. ¿Crees que este modelo es un buen ajuste? ¿Qué datos se alejan?
- v) De acuerdo al modelo, determina las precipitaciones para los meses que faltan.
- vi) ¿Cuál es el dominio y el recorrido de la situación?
- vii) Determina los puntos más importantes de la gráfica e interpreta su significado en el contexto.
- viii) ¿Qué significa ajustar datos?
- ix) ¿Qué significa un modelo matemático? Y un proceso de modelización.
- x) Explique las etapas de un modelo matemático y de un proceso de modelización.

(Problema modificado Proyecto COMENIUS-USACH)

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

PROBLEMA 2.

SITUACIÓN. ¿Existió realmente King Kong?

En la película “King Kong (1933)”, se exhibe un gorila de una masa aproximada de 239[Kg] y de una altura de 1,8[m]. con un modelo aumentan sus dimensiones a las dimensiones de un monstruo de una masa de 2900 [Kg] y una altura de 14,5 [m].

Mostremos como las matemáticas ayudan a los cambios de escala

- (1) Cómo resulta esta masa en relación con el modelo a escala del gorila.
- (2) Es correcto el cambio de escala que se hizo en la película. Explica por qué y calcula las dimensiones y el cambio realizado en la película.
- (3) Explica si es posible que se hubiese instalado en la torre El Empire State Building.
- (4) Existió realmente King-Kong. Justifica.



(PROBLEMA EXTRAÍDO DE L'altra cara de les matemàtiques" y modificado en el contexto del Proyecto FONDECYT 1090617)

Una propuesta de intervención en prácticas tempranas. Modelización de situaciones.

Apéndice B.

Problemas 1 y 2 del postest que fueron aplicados al alumnado de Pedagogía en Matemática.

PROBLEMA 1.

SITUACIÓN. Tengamos cuidado con el consumo de cigarrillos". En la siguiente tabla, se aprecian algunos de los resultados de un estudio sobre la relación entre el hábito de fumar y el cáncer del pulmón. La primera fila muestra el número promedio de cigarrillos fumados por día y la segunda presenta la correspondiente tasa de mortalidad por cada 100.000 personas debido al cáncer pulmonar

Cigarrillos/día	0	5	15	30	45
Muertes /100000	30	132	256	447	606

- (1) Determina un modelo que mejor se ajuste a los datos
- (2) Representa gráficamente la situación
- (3) Estime el número de muertes por 2 cajetillas diarias.
- (4) Interpreta el significado de la pendiente y el término constante.
- (5) Si el modelo de crecimiento sigue mostrando la misma tendencia, pronostica cuántas son las muertes con 3 cajetillas diarias y con 4.
(Considera que una cajetilla tiene 20 cigarrillos)

(Extraído y modificado proyecto COMENIUS)

PROBLEMA 2**Situación. Las pizzas son favoritas de los jóvenes.**

La pizzería “Donde la Nona” les encanta a muchos jóvenes, especialmente la extra queso y la napolitana ya que son las más vendidas. Las promociones llaman la atención por los precios que han establecido. Observa la lista de precios, donde la pizza mediana es el doble de ancha que la pequeña y la grande es el triple de ancho que la pequeña.

(1) ¿Existe una relación entre los precios considerando la relación entre los tamaños?

(2) ¿Cuál es el tamaño de pizza más económica?

PEQUEÑA (15 cm. diámetro)	MEDIANA (30 cm.)	GRANDE (45 cm.)
\$ 2000	\$ 8000	\$18000