Fondo de Investigación y Desarrollo En Educación - FONIDE
Departamento de Estudios y Desarrollo.
División de Planificación y Presupuesto.
Ministerio de Educación.

La Resolución de Problemas en la Formación Inicial de Profesores de Matemática de Enseñanza Media

Investigador Principal: Patricio Felmer Aichele
Equipo de Investigación: Josefa Perdomo Díaz
Tatiana Cisternas
Freddy Cea
Valeria Randolph
Leonardo Medel
Institución Adjudicataria: Centro de Modelamiento Matemático (U. de Chile)
Proyecto FONIDE N°: 721209

Abril 2014

Información: Secretaría Técnica FONIDE. Departamento de Estudios y Desarrollo – DIPLAP. Alameda 1371, Piso 8, MINEDUC. Fono: 2406 6073 E-mail: fonide@mineduc.cl

INFORMACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN:

Inicio del Proyecto: 11 de enero de 2013

Término del Proyecto: 31 de enero de 2014

Equipo Investigación: Patricio Felmer Aichele; Josefa Perdomo Díaz, Tatiana Cisternas, Freddy Cea, Valeria Randolph, Leonardo Medel.

Monto adjudicado por FONIDE: $24.248.100

Presupuesto total del proyecto: $24.248.100

Incorporación o no de enfoque de género: NO

Comentaristas del proyecto: Valeska Grau

Esta publicación está disponible en www.fonide.cl

Información: Secretaría Técnica FONIDE.. Alameda 1371, Piso 8, MINEDUC. Fono: 24066073. E-mail: fonide@mineduc.cl

Información sobre la investigación

Siempre que es posible, el presente Informe intenta usar un lenguaje inclusivo y no discriminador, sin embargo, con el fin de respetar la ley lingüística de la economía expresiva y así facilitar la lectura y comprensión del texto, en algunos casos se usará el masculino genérico que, según la real academia de la lengua española, se acepta como representante de hombres y mujeres en igual medida.

ÍNDICE

ABSTRACT	……………………	1
1. CONTEXTUALIZACIÓN Y ANTECEDENTES	……………………	1
2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS	……………………	4
3. MARCO CONCEPTUAL	……………………	5
4. METODOLOGÍA	……………………	7
4.1. Población y muestra de docentes	……………………	7
4.2. Instrumentos de recolección de datos y variables consideradas	……………………	10
4.3. Pilotaje de los instrumentos	……………………	17
5. PRÁCTICA PEDAGÓGICAS	……………………	20
5.1. Estudio cuantitativo de las prácticas pedagógicas	……………………	20
5.2. Estudio cualitativo de las prácticas pedagógicas	……………………	54
6. LOS DOCENTES COMO RESOLUTORES DE PROBLEMAS	……………………	70
7. LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN INICIAL DOCENTE	……………………	78
8. EXPLORANDO RELACIONES ENTRE LA FORMACIÓN INICIAL, LAS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS Y LA COMPETENCIA EN RP	……………………	81
8.1. Metodología de análisis de las ERS	……………………	81
8.2. Resultados del análisis de las ERS utilizando la técnica ASL	……………………	83
8.3. Análisis de correlaciones	……………………	94
8.4. Análisis de regresiones	……………………	95
9. CONCLUSIONES	……………………	98
10. RECOMENDACIONES PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS	……………………	99
11. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO EN CONGRESOS Y SEMINARIOS	……………………	99
REFERENCIAS	……………………	100

ABSTRACT

En este artículo se presentan los resultados de la observación de un conjunto de 30 profesores de matemática de enseñanza media noveles (egresados hace menos de 3 años) en cuanto a sus prácticas pedagógicas, su competencia como resolutores de problemas y sus programas de formación inicial, desde la perspectiva de la resolución de problemas en la matemática escolar. Todo esto con el objetivo de explorar relaciones entre las oportunidades que ofrecen los programas de formación, las competencias matemáticas de los docentes y la oportunidad que éstos ofrecen a sus estudiantes para desarrollar la habilidad de resolver problemas.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial docente, resolución de problemas, prácticas pedagógicas.

1. CONTEXTUALIZACIÓN Y ANTECEDENTES

La investigación que se propone tiene como objetivo explorar relaciones entre tres grandes aspectos de la educación: los Programas de Formación Inicial (PFI), el conocimiento disciplinar del docente y sus prácticas pedagógicas. Estos tres aspectos se abordan desde la perspectiva de la Resolución de Problemas (RP), su presencia en el aula escolar y su importancia para el aprendizaje de las matemáticas.

La RP es un elemento indispensable en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática que ofrece al estudiante oportunidades para establecer conexiones razonadas entre distintos elementos matemáticos y promueve que desarrolle habilidades como examinar, representar, aplicar y se entrene en el uso de procesos asociados al pensamiento matemático avanzado como abstraer, analizar, conjeturar, generalizar o sintetizar (Kilpatrick et al., 2009; NCTM, 2000; Niss, 2002). Esta importancia de la RP se ve plasmada en el Ajuste Curricular de 2009, donde se señala que “resolver problemas, formular conjeturas, verificar la validez de procedimientos y relaciones [...] están en el núcleo de las experiencias de aprendizaje deseables” (Mineduc, 2009, pp. 146-147). Más aún, en las Bases Curriculares recientemente aprobadas, la RP adquiere un nivel aún más prominente al haber sido destacada como una de las cuatro habilidades a desarrollar en los estudiantes de enseñanza media (Mineduc, 2013).

Sin embargo, el análisis de las prácticas de enseñanza de las matemáticas en Chile ha puesto en evidencia que hay poco y débil trabajo en relación con la RP, caracterizado por el planteamiento y la resolución mecánica de problemas por parte del profesor (Preiss et al., 2011), lo que hace que, para los estudiantes, los problemas se conviertan en actividades de ejercitación. Otras investigaciones señalan que la habilidad de los estudiantes para resolver problemas parece inhibirse a medida que aumenta la cantidad de conocimientos matemáticos adquiridos (Espinoza, Barbé y Gálvez, 2009) y que los resultados insatisfactorios de los estudiantes chilenos en pruebas internacionales de matemática como la de PISA pueden deberse a que en esas pruebas deben resolver problemas que presentan situaciones novedosas para los estudiantes, lo que las distingue de las pruebas nacionales como SIMCE (Alfaro y Gormaz, 2009). Interesa entender por qué los docentes de matemática en Chile optan por un uso escaso y un planteamiento rutinario de los problemas e indagar en la posibilidad de que este hecho esté relacionado con el tipo de formación que han recibido.

Varas et al. (2008) analizan los PFI de profesores generalistas de Educación Básica de 11 universidades y un instituto profesional de Chile, identificando el número de cursos de matemática y didáctica de la matemática que ofrecen y la frecuencia con que aparecen distintos contenidos matemáticos y de pedagogía en esos cursos. Los resultados muestran que la RP está entre los contenidos frecuentes, apareciendo explícitamente en los programas de 9 de las 12 instituciones. El estudio TEDS-M, sobre la calidad de la formación de los docentes de matemáticas también realiza un estudio de las mallas curriculares y los cursos ofrecidos (Ávalos y Matus, 2011). En estas investigaciones no se profundiza en los recursos que estos cursos aportan al profesor en cuanto a la forma de entender la RP, su rol en el aprendizaje de la matemática y cómo implementarla en el aula, lo que parece que ocurre en la muchas de las investigaciones relacionadas con la formación inicial docente. Cisternas (2001) realiza una revisión de las investigaciones sobre formación de profesores en Chile que muestra que la mayoría de los trabajos se limita a observar y analizar los PFI, sin reflexionar acerca de las prácticas docentes fruto de dicha formación. Por otra parte, las investigaciones relacionadas con las prácticas docentes tampoco establecen conexiones con elementos de la formación inicial que podían estar dando origen a esas prácticas. Esta situación puede observarse, por ejemplo, en los proyectos FONIDE adjudicados desde 2006. La mayoría se centra en el profesorado en ejercicio, sus conocimientos pedagógicos y disciplinarios, la calidad de sus clases y las prácticas observadas por el Sistema de Evaluación Nacional Docente. Sólo dos proyectos del año 2009 se sitúan en el campo de la PFI.

A nivel internacional, el análisis de programas de formación de profesores ha sido abordado por numerosos autores en variados contextos. Existen investigaciones que evalúan PFI en toda su extensión (p.e. Aypay, 2009; Eryilmaz y Ubuz, 2005; Kahn y Saeed, 2009). La mayoría de estos trabajos evalúan los programas a partir de la información que les proporcionan sus graduados con sus respuestas a cuestionarios o entrevistas. En esta línea destaca el trabajo de Darling-Hammon (2006) que desarrolla una metodología amplia para la evaluación de la formación de profesores, que incluye cuestionarios a graduados, entrevistas a estudiantes y graduados, pre-test y post-test sobre conocimientos adquiridos durante la formación, muestras del trabajo de los estudiantes de pedagogía, observación de prácticas clínicas y de prácticas pedagógicas.

Otras investigaciones se centran en PFI de disciplinas concretas como inglés o música (p.e. Ballantyne, 2005; Coskun y Daloglu, 2010), usando también los cuestionarios y las entrevistas como instrumentos de recolección de datos.

En esta investigación concentramos los esfuerzos en los PFI de Matemática de Enseñanza Media y las competencias profesionales que estos desarrollan, enfocando los instrumentos y el análisis hacia la identificación de aspectos relacionados con la RP. Esto se justifica en la importancia de la RP en la matemática escolar, que ha quedado una vez más reafirmada en el currículo nacional (Bases Curriculares 2012, 2013), siguiendo una tendencia internacional (PISA y TIMMS).Las investigaciones nacionales ya mencionadas ponen en evidencia que la RP no se utiliza suficientemente ni adecuadamente en la enseñanza y aprendizaje de la matemática escolar y nuestra hipótesis es que el origen de estas carencias está en la formación inicial, en las oportunidades que los PFI ofrecen a sus estudiantes para prepararse en la RP en matemática y en la enseñanza de la matemática.

Como fuente principal de información se utiliza a profesores nóveles (egresados hace menos de tres años) con al menos un año de experiencia, de los que se analizan sus prácticas pedagógicas y su competencia como resolutores de problemas para explorar las relaciones entre sus PFI y sus competencias profesionales.

La figura de los profesores nóveles tiene algunas particularidades que conviene tomar en cuenta a efectos de interpretar la información que se obtenga. De los resultados de un estudio realizado por Ávalos et al., (2004), se desprende que los profesores noveles toman a sus estudiantes como referentes a la hora de describir su práctica como docentes, muestran preocupación por su motivación y por atender las diferencias entre ellos en cuanto a ritmos de aprendizaje; esto les hace ponerse en un lugar crítico frente a su formación inicial y suponer que hay estrategias de enseñanza que no conocen, aunque se sienten seguros de la idoneidad de las estrategias que usan y de que las usan correctamente. Esta crítica a los PFI es más acentuada en el caso de los profesores de enseñanza media, quienes por otra parte señalan sentirse muy bien formados en cuanto al conocimiento del contenido de la disciplina que deben enseñar. En cuanto a la valoración que hacen de los aportes de su formación inicial frente a la experiencia, hay indicios que señalan que los profesores noveles atribuyen a sus PFI su conocimiento de los contenidos, el uso de fuentes de información y el diseño de clases siguiendo el currículo, mientras que indican que el conocimiento de los alumnos lo adquieren a través de la experiencia.

2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

En vista de los antecedentes presentados se plantea la siguiente pregunta de investigación:

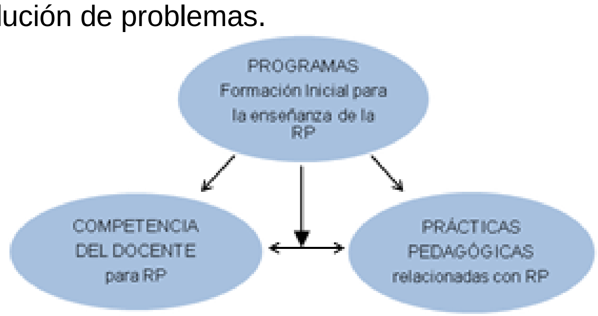
¿Cuáles son las relaciones entre las oportunidades que ofrecen los Programas de Formación inicial de Profesores de Matemática de Enseñanza Media, el conocimiento matemático de los profesores noveles recién egresados y sus prácticas pedagógicas en relación con la Resolución de Problemas?

Para responder a esta pregunta se presenta un **Objetivo General:**

Identificar y analizar relaciones entre las oportunidades que ofrecen los Programas de Formación inicial de profesores de Matemática de Enseñanza Media, el conocimiento matemático de los profesores noveles recién egresados y sus prácticas pedagógicas en relación con la Resolución de Problemas y su papel en la enseñanza de la Matemática.

Y cuatro **Objetivos Específicos** que se desprenden del Objetivo General:

1) Caracterizar las prácticas pedagógicas de los profesores noveles en relación con la resolución de problemas.
2) Analizar la competencia de dichos profesores noveles como resolutores de problemas, en términos de los conocimientos matemáticos, heurísticas y estrategias de control que utilizan.
3) Identificar y describir instancias/oportunidades que los programas de formación inicial que dichos profesores han cursado ofrecen para el aprendizaje y la enseñanza de la resolución de problemas.
4) Explorar relaciones entre las instancias que ofrecen los programas de formación inicial, la práctica pedagógica de los profesores noveles y su competencia en relación a la resolución de problemas.



3. MARCO CONCEPTUAL

El foco de esta investigación es la formación inicial de profesores de matemática de enseñanza media, en relación con las oportunidades que ofrece para desarrollar las competencias profesionales de los futuros profesores en cuanto a su competencia matemática como resolutores de problemas y a sus capacidades y habilidades para utilizar la resolución de problemas en sus prácticas pedagógicas.

La forma en que los profesores e investigadores enfocan la propuesta de utilizar la RP para promover el aprendizaje no es común para toda la comunidad educativa y depende fuertemente de la concepción que se tenga acerca de qué es un problema y cómo se aborda su resolución. Polya (1945) señala cuatro etapas para la RP: comprender el problema, pensar en un plan, ejecutarlo y revisar los resultados. Además presenta un conjunto de heurísticas útiles para ciertos tipos de problemas. Esta propuesta ha derivado en algunos casos en una interpretación algorítmica centrando la RP en la enseñanza de métodos heurísticos, alejándola de la propuesta de Polya (Santos-Trigo, 2007).

La resolución de problemas es un elemento indispensable en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática (Kilpatrick et al., 2009; Niss, 2002), que ofrece al estudiante oportunidades para establecer conexiones razonadas entre distintos elementos matemáticos y promueve que desarrolle habilidades como examinar, representar, aplicar y se entrene en el uso de procesos asociados al pensamiento matemático avanzado como abstraer, analizar, conjeturar, generalizar o sintetizar (NCTM, 2000). Esta importancia de la RP se ve plasmada en el Ajuste Curricular de 2009, donde se señala que "resolver problemas, formular conjeturas, verificar la validez de procedimientos y relaciones [...] están en el núcleo de las experiencias de aprendizaje deseables" (Mineduc, 2009, pp. 146-147) como actividades que promueven el razonamiento matemático. Más aún, en las Bases Curriculares recientemente aprobadas (Mineduc 2013), la RP adquiere un nivel aún más prominente al haber sido destacada como una de las cuatro habilidades a desarrollar en los estudiantes de enseñanza media. Por tanto, la resolución de problemas es una demanda que los profesores de matemática de enseñanza media tienen que atender.

En esta investigación consideramos que una actividad matemática es un *problema* cuando el resolutor no conoce un procedimiento que le lleve de forma directa a la solución, en caso contrario se dirá que dicha actividad matemática es un *ejercicio.* Cuando el *resolutor* enfrenta un *problema* considera que tiene conocimientos suficientes para ello y se interesa (motiva) en su solución. El *resolutor* intenta distintas estrategias, insiste en la búsqueda de un camino que lo lleve a su resolución. Cuando logra resolver el problema, lo llega a comprender de manera integral, lo que le permite explicarlo a otros. En su afán por resolver el *problema,* el resolutor interactúa con sus pares, enriqueciéndose de la discusión matemática sobre el *problema*. En una situación de aprendizaje, la RP es acompañada por el *profesor,* quién interactúa con el *resolutor* haciendo preguntas, entregando la responsabilidad y nunca entregando la solución. El profesor estimula la discusión entre los *resolutores* ya sea disponiéndolos en grupos o en discusión plenaria.

Así, el término "problema" no se refiere a una propiedad inherente a una actividad matemática sino que depende del tipo de interacción que se establezca entre esta actividad matemática y la persona que intenta resolverla (resolutor). El problema debe presentar una dificultad para el resolutor, la que no puede ser solamente de tipo operacional (Schoenfeld, 1985). Por otro lado, que una actividad matemática sea un problema o un ejercicio no depende del contexto en que se enuncie; un problema puede estar planteado en un contexto puramente matemático y un ejercicio puede presentarse bajo un contexto no matemático. Por otra parte, Schoenfeld (1985) señala que la forma en que una persona se enfrente a la RP dependerá de sus conocimientos matemáticos, heurísticas, metacognición, su sistema de creencias, y también de las prácticas educativas en las que haya participado, lo que da al profesor un rol principal en el desarrollo de la habilidad de sus estudiantes como resolutores de problemas. En particular, la gestión que un docente haga de una actividad matemática puede marcar el hecho de que esa actividad sea un problema o un ejercicio para sus estudiantes. Por ejemplo, si un profesor plantea a sus estudiantes una actividad matemática novedosa para ellos y les deja tiempo y espacio para que ellos mismos traten de resolverla, esa actividad, para esos estudiantes, será un problema; pero si el profesor resuelve algunos ejemplos análogos, mostrando a los estudiantes el procedimiento a seguir, habrá convertido dicha actividad en un ejercicio.

Esta concepción acerca de qué es un problema y qué significa la resolución de problemas guiará la caracterización de las prácticas pedagógicas de los profesores de matemática de enseñanza media (objetivo 1), el análisis de su competencia como resolutores de problemas (objetivo 2) y de sus programas de formación inicial (objetivo 3).

Para el análisis de las prácticas pedagógicas consideramos la propuesta de Franke, Kazemi y Battey (2007) que las describe en términos de (i) las tareas propuestas, (ii) el tipo de discurso que se da en la sala y (iii) las normas y roles que asumen los estudiantes y el profesor. Por otra parte, la competencia de un individuo como resolutor de problemas puede describirse en términos de sus conocimientos matemáticos, las heurísticas empleadas, elementos metacognitivos y de su sistema de creencias (Schoenfeld, 1985). En esta investigación consideramos principalmente los contenidos y heurísticas que los docentes muestren conocer y sus creencias acerca de qué es un problema y cómo abordar su solución.

4. METODOLOGÍA

En esta sección se presentan los aspectos metodológicos generales con que se abordan los objetivos del proyecto: los criterios y el proceso de creación de la muestra de docentes participantes en la investigación, los instrumentos de recolección de datos, las variables a analizar y el proceso de pilotaje de los instrumentos. Para el análisis de los datos se utiliza una metodología de tipo mixto, combinando métodos de análisis cuantitativos y cualitativos (Creswell, 2011). La descripción del proceso y los instrumentos de análisis se presentará en las cuatro secciones siguientes.

4.1. Población y muestra de docentes

Los objetivos de esta investigación se abordan a partir de una muestra de profesores de matemática de enseñanza media, con los que se realizó un estudio sistemático, que nos permitió analizar su práctica docente (objetivo 1), conocer su competencia como resolutor (objetivo 2), reconstruir su historia académica universitaria y contrastar con las versiones oficiales plasmadas en los programas en los que han sido formados (objetivos 3 y 4). La opción de este proyecto es obtener información de los Programas de Formación de Profesores a través de los docentes, que constituyen la principal fuente de acceso a la información.

La población objeto de estudio en esta investigación son los profesores de matemática de enseñanza media, egresados durante los años 2010 y 2011 de tres universidades chilenas (U1, U2 y U3) y con al menos un año de experiencia enseñando matemática (criterio 1). Puesto que se trata de un estudio exploratorio, las universidades U1, U2 y U3 se han elegido de forma intencionada atendiendo a dos características principales: ser referentes, a nivel nacional, en la formación de profesores de matemática de enseñanza media y acceder a proporcionar los datos de sus egresados para su uso en la investigación. A partir de esta población se definió una muestra de 10 profesores de cada una de las universidades (a los que se añadieron dos docentes más por universidad, atendiendo al plan de contingencia solicitado por FONIDE).

El equipo de investigación decidió establecer un criterio geográfico para la creación de la muestra, debido a que los recursos disponibles no permiten realizar observaciones en todas las regiones del país. Se estableció el criterio 2 que es estar haciendo clase en la Región Metropolitana, en la 5º o 6ª Región (exceptuando Isla de Pascua).

La *Tabla 4.1* muestra el número total de egresados de cada una de las 3 universidades, durante los años 2010 y 2011, el número de profesores de cada universidad y año que debería constituir la muestra y el número de profesores de la población que se eliminaron por diferentes motivos (no responder, no cumplir algún criterio...). Entre las incidencias más destacables cabe mencionar que hubo dificultades para localizar a algunos profesores, especialmente de la U3, y que un grupo importante de egresados de la U1 no está ejerciendo como docentes de matemática.

	U1		U2		U3	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Nº total de egresados	**20**	**28**	**30**	**35**	**40**	**15**

Nº de personas que integrarán la muestra	**5**	**7**	**6**	**6**	**9**	**3**
Sin datos para contactar	0	0	1	0	12	1
No contestaron	3	0	14	9	12	7
No cumplen criterio 1	8	13	3	10	4	2
No cumplen criterio 2	2	1	3	0	0	0
Otros (no tiene matemáticas de plan común, experiencia insuficiente)	0	3	0	0	0	0
Cumplen criterios 1 y 2	**7**	**11**	**9**	**16**	**12**	**5**

Tabla 4.1: Selección de la muestra.

La última fila de la tabla muestra el número de profesores que de forma efectiva podían llegar a formar parte de la muestra. Con todos esos docentes se inició el contacto y los trámites oportunos para conseguir que los responsables de sus colegios accedieran a colaborar con la investigación. En muchos casos la respuesta fue negativa, por distintas causas (principalmente por estar inmersos en varios procesos de evaluación por parte del Ministerio). En vista de este inconveniente, el equipo de investigación decidió incluir en la muestra algunas personas que no cumplían estrictamente con los criterios establecidos.

Se integró a profesores con menos de un año de experiencia docente (considerando que la alcanzarían durante la investigación) y a profesores egresados en 2009. Esta decisión no desvirtúa en nada el espíritu de la investigación ni la naturaleza de la información que se pueda obtener.

Los datos que se presentan en este informe son de un total de 30 profesores, 10 de cada una de las universidades. Estos docentes contestaron a un cuestionario inicial (*anexo 01*) cuyo objetivo era recopilar información acerca de determinados datos personales, académicos y laborales. El cuestionario consta de tres secciones principales: información general, formación académica y experiencia profesional como docente de matemática. En la sección de información general se recopila información acerca de la edad de los profesores, las instituciones donde imparten clase de matemática en la actualidad, qué tipo de colegio es (municipal, subvencionado o particular pagado), cuántas horas de contrato tiene, cuántas horas semanales de matemática imparte y a qué cursos. En la sección dedicada a la formación académica se pregunta a los profesores sobre (i) su formación en Enseñanza Media, (ii) el programa con el que obtuvo su título profesional de profesor, (iii) otros programas de formación de pregrado iniciados, (iv) diplomados, postítulos o magíster iniciados en el área de Educación Matemática y (v) participación en actividades complementarias como cursos de capacitación, congresos o proyectos de investigación. Por último, en la sección sobre la experiencia profesional como docente de matemática, se pregunta sobre los cursos que ha impartido cada año (exceptuando las prácticas profesionales) y, en caso de haber impartido clases particulares, los niveles que ha enseñado.

A continuación se presentan algunas de las características generales de estos docentes, obtenida a partir de sus respuestas a este cuestionario inicial. Los siguientes gráficos (*Figura 4.2*) muestran la distribución de los docentes, en relación con su sexo y edad, de forma agregada y por universidad. De forma agregada, el número de hombres y de mujeres es muy similar; sin embargo, al mirar universidad por universidad, se observa que en U1 el número de hombres que integran la muestra es bastante superior que el de mujeres; en U3 se da exactamente el caso contrario, habiendo más mujeres que hombres en la muestra. En cuanto a la edad, esta característica si es más homogénea entre los participantes, la mayoría tiene entre 25 y 28 años.

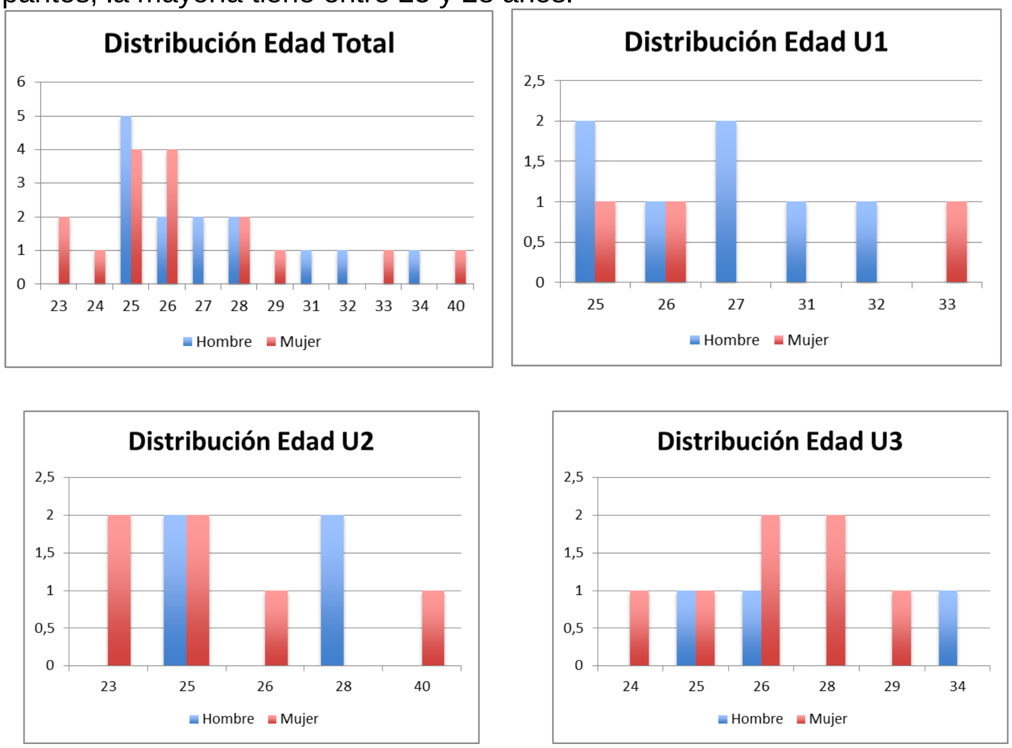


Figura 4.2: *Sexo y edad de los docentes de la muestra*

La mayoría de estos docentes trabaja en establecimientos particulares subvencionados (*Figura 4.3*). Por universidad, los egresados de la universidad U1 están repartidos de una forma más homogénea, mientras que en la muestra no hay ningún egresado de U2 trabajando en un establecimiento particular pagado.

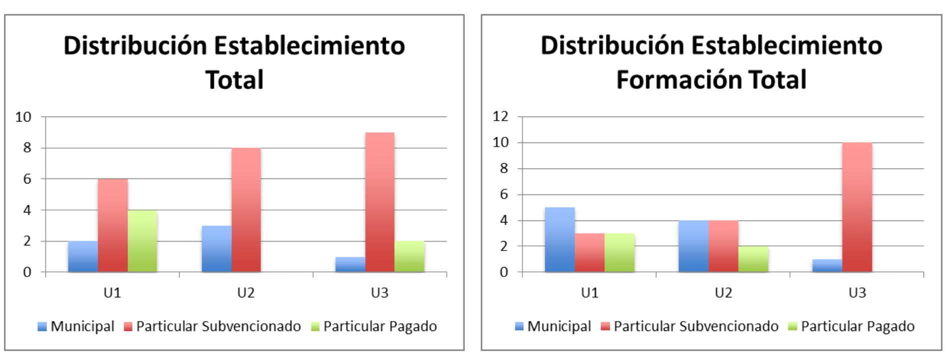


Figura 4.3: *Tipo de establecimiento en el que trabajan y en el que estudiaron*

En cuanto al tipo de establecimiento en el que estudiaron la enseñanza secundaria, la situación es algo diferente (*Figura 4.3*). Los docentes egresados de U1 y U2 se distribuyen de forma más homogénea, mientras que todos los egresados de U3, estudiaron en un establecimiento particular subvencionado[1].

Los 30 docentes de la muestra tardaron entre 6 y 7 años, de promedio, en terminar sus estudios universitarios. Por universidad, los docentes de U3 son los que más tardaron en egresar, seguidos de U1 y U2 respectivamente (*Figura 4.4*).

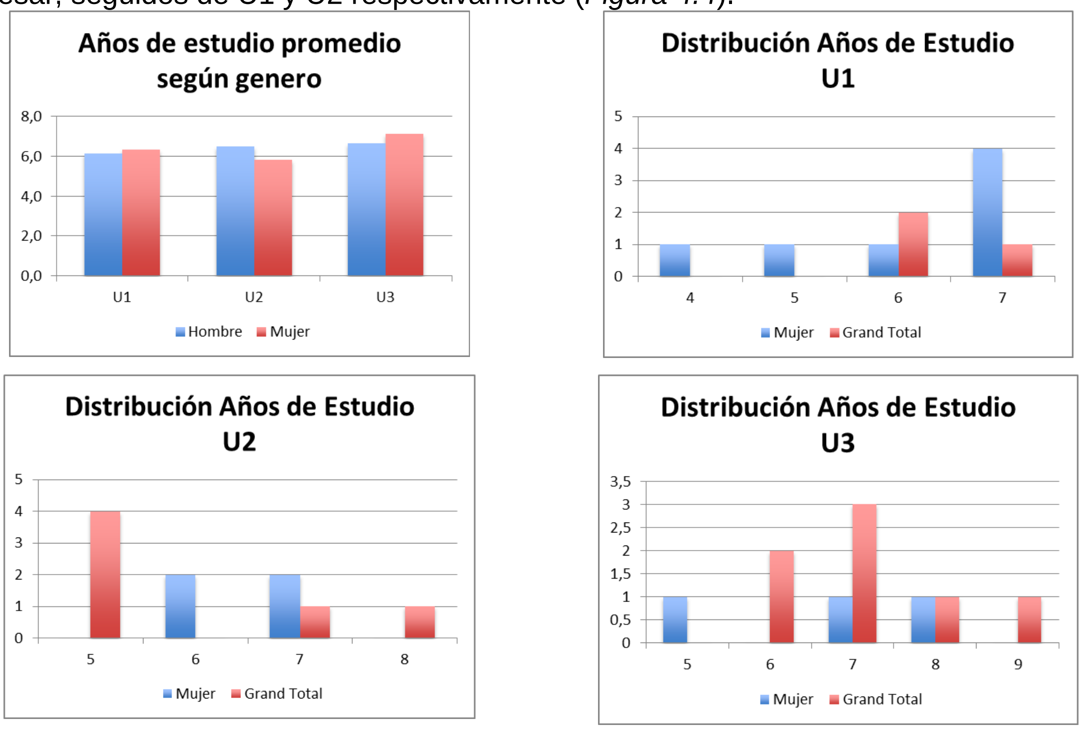


Figura 4.4: *Tiempo que tardaron en terminar los estudios universitarios*

Como última característica del grupo de docentes que participan en la investigación, la información recogida con el cuestionario inicial indica que en general se podría decir que los docentes de la muestra son personas preocupadas por su formación. Cuando eran estudiantes, asistían con bastante frecuencia a clase, independientemente del tipo de asignatura (de matemática, de didáctica de la matemática o de pedagogía general). La mayoría señala que asistía a más del 70% de las clases. Dos de ellos (de U2 y U3) tienen además otro título de pregrado; dos participan en un diplomado (egresados de U1 y U2), dos en un postítulo (egresados de U1 y U3) y dos en un magíster (egresados de U2 y U3).

4.2. Instrumentos de recolección de datos y variables consideradas

La recolección de datos se considera dividida en 4 grandes etapas, asociadas a cada uno de los cuatro objetivos específicos de la investigación. Cada una de esas etapas tiene asociados unos instrumentos de recogida de datos y distintas variables a observar. Cabe señalar que la naturaleza del último de los objetivos (explorar relaciones entre los tres

[1] Algunos de los datos por universidad suman más de 10 debido a que algunos docentes estudiaron en más de un tipo de establecimiento.

primeros) hace que sus variables asociadas estén estrechamente relacionadas con el resto de variables de la investigación y que el instrumento de recogida de datos a utilizar considere los resultados de las tres primeras etapas de análisis. Estas etapas no se realizaron de forma consecutiva, sino que se fueron simultaneando a lo largo del año que duró el proyecto.
A continuación describiremos los instrumentos y variables de cada una de las etapas a las que hemos denominado: *prácticas pedagógicas, el docente como resolutor de problemas, los Programas de Formación* y *explorando relaciones*. Partimos describiendo una pre etapa de contacto con los docentes.

Contacto con los docentes de la muestra
Una vez definida la muestra de docentes que participarían en la investigación se inició el proceso de recolección de datos con el envío, a todos los profesores de la muestra, del cuestionario inicial (por email) y los consentimientos informados (tanto del profesor como de los apoderados) (por email o correo ordinario). En esa misma instancia se les pidió su horario de clases, de manera de formarse una imagen general de su carga lectiva y pensar en posibles cursos a observar (etapa 1), así como también en fechas tentativas para dicha observación. A continuación se comenzaron a agendar las observaciones.

Etapa 1: Prácticas pedagógicas
Tal y como señalan Franke et al. (2007), las prácticas pedagógicas de los profesores pueden ser descritas en términos de: (i) las tareas propuestas, (ii) el tipo de discurso que se da en la sala y (iii) las normas y roles que asumen los actores. En esta investigación, nos interesa capturar en qué medida y de qué manera las tareas que proponen los docentes, el discurso que permiten en la sala y las normas y roles que se establecen promueven el desarrollo de la habilidad de RP en los estudiantes.

La caracterización de las prácticas pedagógicas de los profesores (objetivo 1) se hace a partir de la observación de 3 sesiones de clase consecutivas para cada uno de los profesores[2] y el análisis de las producciones escritas tanto del profesor como de sus estudiantes (cuaderno, guías, controles y pruebas).

Para agendar las observaciones de clase se tomaron en cuenta algunas consideraciones, fruto de los resultados del estudio piloto (sección 4.2):

- Que no hubiera evaluaciones u otra actividad que perjudicara la observación (día del alumno, aniversario del colegio, ensayo de desfile, etc.)
- Se buscó con mucho énfasis privilegiar los bloques de 90 minutos (evitando bloques sueltos de 45 minutos). En gran medida se logró, pero en algunos casos fue imposible evitarlo. En aquellos casos, buscamos observar 6 horas pedagógicas consecutivas, apuntando a mantener el cumplimiento del objetivo planteado inicialmente.
- En la medida de lo posible, evitar el primer bloque de clases de cada día. Este criterio surgió luego del proceso de pilotaje. En esta experiencia, notamos que los primeros bloques presentan varias complicaciones: aglomeraciones y dificultad de acceso a los

[2] En algunos casos fue necesario observar más de 90 minutos de clase, por la configuración de los horarios de cada profesor. El criterio utilizado para decidir cuantas sesiones observar fue tener al menos 270 minutos y tres bloques de clase consecutivos.

colegios, actos cívicos u otros rituales escolares, retraso de los estudiantes, etc. De cualquier modo, en algunos casos fue imposible evitar este bloque.

- Escoger un curso en el que el(la) docente se sintiera cómodo(a).

Para recolectar la información se diseñaron dos pautas (anexos 03 y 06), una para la observación de las clases y otra para las producciones escritas (planilla Excel). Estas dos pautas, junto con la grabación en audio de las tres sesiones de clase y la filmación de la última sesión de clase observada[3] constituyen el set de instrumentos de recogida de datos correspondientes al primer objetivo de investigación (Tabla 4.6).

Con la pauta de observación de clases se recoge información acerca de un total de 14 variables, agrupadas en tres grandes dimensiones (Tabla 4.5): dinámica de trabajo, gestión de la clase y tipo de actividad realizada. En el documento técnico de la pauta de observación (anexo 02) se explica la manera de interpretar cada una de estas variables y el vaciado se hace en un documento excel (anexo 04).

Dimensión	Dinámica de trabajo (D1)	Gestión de la clase (D2)	Tipo de actividad (D3)
Variables	TM: Tiempo muerto ID: Instrucción directa TI: Trabajo individual TG: Trabajo en grupo TGC: Trabajo en grupo completo	PNI: Profesor no interviene PHP: Profesor hace preguntas PDR: Profesor devuelve la responsabilidad PNR: Profesor no responde al ser consultado PES: Profesor entrega soluciones INR: Intervención no rutinaria de estudiante PPD: Profesor promueve discusión	R: Rutinaria NR: no rutinaria

Tabla 4.5: Dimensiones y variables consideradas en la pauta de observación de clases

Para el análisis de las producciones escritas, en particular para los cuadernos, se consideran 3 variables: su localización dentro de la unidad, el tipo de actividad y si hay indicios de trabajo colaborativo. Las guías, controles y pruebas se analizaron señalando el número de actividades que contiene, si son repetitivos, si sugieren trabajo en grupo y si son similares a las del cuaderno. En el documento técnico de las producciones escritas (anexo 05) se explica la forma de codificar y el vaciado se hace en un documento excel (anexo 06).

Para los propósitos del primer objetivo de investigación, el análisis de las producciones escritas está considerado como un complemento a la información obtenida en la observación de clases que, además, permite tener un cierto grado de control del fenómeno de la *deseabilidad social*, en cuanto a lo que el profesor hace comúnmente en sus clases y lo que mostró en las clases observadas. En este sentido, se puede considerar que el principal instrumento de recolección de datos relacionado con las prácticas pedagógicas es la pauta de observación de clases descrita anteriormente.

Las variables de esta etapa de la investigación se analizaron utilizando elementos de estadística descriptiva y mediante un estudio de correlaciones, que se complementó con

[3] Se decidió no filmar las 3 sesiones de clase por limitaciones de recursos disponibles.

un análisis de tipo cualitativo, un *Estudio Instrumental de Casos* (Sandín, 2003; Stake, 1998), para explorar la variedad y multidimensionalidad presente en las prácticas pedagógicas. Para este diseño instrumental de casos se determinó un número de docentes que permitiera una profundización suficiente acorde a los tiempos definidos para el estudio y en el cual además estuvieran representadas las tres universidades involucradas. La estrategia de muestreo utilizada fue la de *máxima variación* (Flick, 2004). Se efectuó seleccionando a seis docentes cuyas clases ya habían sido observadas y codificadas en el estudio cuantitativo[4]. Este tipo de muestreo define como criterio de elección aquellos casos que representen la diversidad que apareció en la muestra total, es decir, que perteneciendo a la misma universidad mostraron diferencias sustantivas en sus prácticas pedagógicas.

Para determinar aquellos casos con mayores diferencias entre sí consideramos algunos indicadores de la Pauta de Observación que fueron claves para la caracterización de las prácticas: *Profesor hace preguntas; Profesor devuelve la responsabilidad; Intervención no rutinaria del estudiante; Profesor promueve la discusión*. A partir de ello fueron seleccionados dos docentes para cada universidad que en sus tres observaciones tuvieran una mayor/menor prevalencia de estos indicadores. Posteriormente, para complementar el segundo propósito de esta fase incluimos 2 casos adicionales que se distinguieron positivamente por implementar prácticas que promueven la resolución de problemas en el aula. Finalmente, la identificación específica de los casos es la siguiente:

Universidad	U1	U2	U3
Profesores	P1, P2	P12, **P18**, P20	**P23**, P24, P26

Este análisis se mostrará en la sección 5.

<u>Etapa 2: El docente como resolutor de problemas</u>
La competencia de los profesores como resolutores de problemas (objetivo 2) se analiza en términos de los conocimientos matemáticos, heurísticas y creencias que manifiestan en relación con la RP (Schoenfeld, 1985). Para ello, los profesores participan en un Taller de Resolución de Problemas, en el que resuelven actividades matemáticas y se profundiza, a través de tres cuestionarios y una discusión en plenaria, en su concepción sobre la resolución de problemas en matemática y sobre su experiencia como estudiante en su programa de formación inicial u otra instancia[5]. En conjunto, los instrumentos que se utilizan para recolectar información en este Taller son: tres cuestionarios, tres problemas y la filmación de la discusión plenaria (Tabla 4.6). Parte de la información recolectada con estos instrumentos también se utiliza para el diseño de la ERS, en este

[4] Cabe destacar que dentro de los tiempos estipulados para las distintas fases del diseño metodológico de la investigación, las fases cuantitativas y cualitativas no pudieron realizarse de manera consecutiva. De allí que al momento de iniciar el estudio, aún no se había finalizado el estudio cuantitativo. Por ello, los primeros 6 casos fueron seleccionados dentro de una muestra de 21 docentes y los últimos 2 casos dentro de la muestra total.
[5] Esta descripción corresponde a la versión definitiva del Taller de RP que recoge diversos ajustes que se hicieron necesarios a partir de la experiencia del estudio piloto (sección 4.3).

caso para explorar relaciones entre la competencia del docente como resolutor de problemas y su formación inicial.

El taller dura aproximadamente 2 horas 30 minutos y está pensado para que en él participen profesores de una misma universidad. Está dividido en 4 partes (anexo 08); en la primera (cuestionario 1) cada profesor responde a 3 preguntas cuyo objetivo es identificar qué entienden por problema y resolución de problemas; en la segunda los profesores resuelven 2 actividades de forma individual[6], a continuación responden a dos cuestionarios (2A y 2B) cuyas preguntas buscan que reflexionen acerca de su propio proceso de resolución y se autoevalúen. En la tercera parte del taller, los profesores trabajan en grupo en la resolución de otra actividad y, a continuación, responden al cuestionario 3, donde la reflexión se hace en relación con la dinámica de trabajo en grupo. Los cuestionarios 2A y 3 terminan preguntando a los profesores si participaron en instancias similares a la del taller durante su programa de formación inicial. De esta manera se trata de obtener información para el objetivo 4 de la investigación. La última parte del taller, que consiste en una discusión plenaria, también está relacionada con este objetivo, pues la discusión gira en torno a preguntas acerca de su formación inicial. Por esta razón es importante que los profesores que asistan a cada sesión del taller provengan de la misma universidad, ya que con esta discusión se espera que emerja información relevante acerca de las oportunidades que los programas de formación inicial ofrecen a los profesores en relación con la resolución de problemas y su enseñanza, lo que es el objetivo principal de esta investigación. Esta discusión plenaria se filma y posteriormente se utiliza como insumo para el diseño de una de las preguntas de la e*ntrevista retrospectiva situada*.

Las variables que se analizaron con los datos del Taller de RP son 9: el grado de coincidencia entre el concepto de *problema* que reflejan las respuestas de los docentes[7] y el que guía nuestra investigación, indicado en el marco conceptual (sección 3); la puntuación asignada al proceso de resolución de las actividades del Taller de RP bajo los criterios de nuestro marco conceptual (NOT); la autoevaluación de los docentes de su proceso de resolución de dichas actividades bajo sus propios criterios (AUNOT) y bajo criterios acordes a nuestro marco conceptual (AUNOTTEO); su autoevaluación del trabajo en grupo realizado durante el Taller (GAUNOT) y el grado de identificación de instancias similares a las del Taller en sus programas de formación inicial, en los ramos de matemática y didáctica (LMAT, GLMAT, LDID, GLDID)[8].

<u>Etapa 3: Los Programas[9] de Formación</u>

En relación con el objetivo 3, el propósito es determinar qué tipo de aprendizaje están

[6] Las dos actividades propuestas en el Taller de RP se pusieron considerando que para los docentes tendrían la categoría de *problemas* y no de *ejercicios.*

[7] Respuestas a dos preguntas del cuestionario 1 del Taller de RP: *¿qué es para ti un problema (matemático)?* e *Indica tres características que consideras que debe tener una actividad matemática para poder considerarla como un problema.*

[8] Se observaron más variables, pero estas son las que consideramos más relevantes para este informe.

[9] Se utilizará el término *Programa* para hacer referencia al plan de estudio completo y *programa* para los documentos correspondientes a cada uno de los ramos.

ofreciendo las universidades a los futuros profesores; interesa saber qué tipo de cursos ofertan, cómo son los programas, cuánto hay de matemática escolar y cuánto de contenidos más avanzados, cuál es el énfasis que se le da a la didáctica, cuáles son los tópicos que aparecen con mayor frecuencia y, especialmente, cuál es el énfasis de la resolución de problemas.

Este primer análisis de los Programas de Formación a partir de las mallas y los programas de los cursos tiene como antecedente el trabajo de Varas et al. (2008), en el que se analizan los programas de las Pedagogías en Enseñanza General Básica de Chile y cuyo objetivo principal es el de conocer de mejor manera la preparación de los profesores para enseñar matemática, evaluando las oportunidades de adquirir el conocimiento pedagógico de la matemática. En dicha publicación se estudió el tema desde tres perspectivas distintas: en primer lugar se consideró la oferta de cursos de matemática y didáctica, teniendo en cuenta la cantidad total de cursos; en segundo lugar se analizaron más detalladamente los contenidos de los cursos de matemática y de didáctica, utilizando el sistema de codificación del estudio TEDS-M y finalmente se utilizaron instrumentos de evaluación directa, tales como pruebas, encuestas y discusiones grupales.

En nuestra investigación, las variables que se consideraron para el análisis de los Programas de Formación fueron: el número de cursos de matemática, ciencias exactas, didáctica, práctica y otros que aparecía en las mallas de cada una de las universidades; el tipo de tópicos[10] presentes en los programas de los cursos y el número de cursos en cuyos programas aparecía la expresión “resolución de problemas”.

A partir de estas variables se obtiene una visión de los Programas de Formación basada únicamente en los documentos oficiales. Esta información es contrastada con la que aportan los participantes de esta investigación, egresados de esas universidades, en los cuestionarios 2A y 3 del Taller de RP y con la que se obtiene a partir de la *entrevista retrospectiva situada.*

Etapa 4: Explorando relaciones
El último de los objetivos consiste en explorar relaciones entre los resultados obtenidos en relación con los tres primeros objetivos. Este análisis exploratorio se hace a partir de: (i) una entrevista y (ii) un estudio de correlaciones y regresiones entre parte de las variables consideradas para los tres primeros objetivos de la investigación y otras que provienen del cuestionario que respondieron los docentes al inicio de la investigación (anexo 01).
La entrevista (anexo 10), por sus rasgos y principios, ha sido denominada *Entrevista Retrospectiva Situada* (ERS). En el marco de los propósitos de este estudio, la ERS indaga, por medio de la narración de los profesores, en las interrelaciones que se producen entre tres dimensiones: a) la práctica pedagógica de los profesores noveles vinculada a la enseñanza por medio de la resolución de problemas; b) la competencia que tienen los mismos docentes para abordar problemas matemáticos y c) las oportunidades, dispositivos y experiencias que ofrecieron los Programas de Formación Inicial cursados por estos profesores en relación a la resolución de problemas matemáticos.

[10] Con base en la clasificación utilizada en Varas et al. (2008)

En este contexto, el instrumento fue diseñado a partir de las características y objetivos de un tipo de entrevista cualitativa denominada Entrevista Episódica (Flick, 2004). El rasgo central en este tipo de instrumento es tanto la recuperación de situaciones significativas para el entrevistado, como también la formulación de preguntas, por parte del entrevistador, a partir de situaciones que éste previamente pudo observar en donde participa el entrevistado. La lógica de este instrumento permite gatillar la reflexión del entrevistado y construir o reconstruir situaciones y episodios con bastante especificidad.

A partir de estas orientaciones conceptuales y metodológicas, la ERS está pensada para reconstruir la historia académica de los profesores de matemática de Enseñanza Media y extraer qué de ella se refleja en sus prácticas pedagógicas con respecto a la Resolución de Problemas y en su competencia como resolutor. Es *situada* porque entre las preguntas se incluyen situaciones concretas diseñadas a partir del análisis de sus prácticas pedagógicas, su competencia matemática y el programa de formación inicial que ha cursado. Es *retrospectiva* porque el propósito es que el profesor reconstruya su historial académico a partir de las situaciones planteadas y las preguntas sobre su formación.

La ERS se compone de tres dimensiones que materializan los propósitos de esta investigación:

Dimensión 1: Competencia del docente como resolutor de problemas y su Formación Inicial

Supone indagar sobre la relación entre la competencia del profesor(a) para resolver problemas y el Programa de Formación Inicial que ha cursado. A la vez, es un un complemento a la información que brindará el Taller de Resolución de problemas.

Dimensión 2: La *Práctica Pedagógica (enseñanza de la Resolución de Problemas) y sus nexos con la Formación Inicial*

Indaga sobre relación entre la práctica pedagógica de los profesores y el Programa de Formación Inicial que han cursado en relación con la resolución de problemas.

Dimensión 3: Características de los *Programas de Formación Inicial*

Se indaga sobre las instancias/oportunidades que los programas de Formación Inicial, que los docentes han cursado, ofrecen para el aprendizaje y enseñanza de la resolución de problemas.

En el documento técnico de este instrumento (anexo 11) se explican en detalle estas dimensiones y se justifica y orienta la realización de la entrevista.

	Obj. 1	**Obj. 2**	**Obj. 3**	**Obj. 4**	**ANEXOS**
Cuestionario inicial				◘	Anexo 01
Pauta de observación de clases	◘			◘	Anexo 03
Pauta para producciones escritas	◘				Anexo 06
Audio de las 3 sesiones de clase observadas	◘				---
Video de la última clase observado	◘				---
3 cuestionarios del Taller de RP		◘	◘	◘	Anexo 08
3 actividades matemáticas del Taller de RP		◘		◘	Anexo 08
Video de la discusión plenaria del Taller de RP				◘	---
Mallas y programas de los cursos			◘		Anexo 09
ERS				◘	Anexo 10

Tabla 4.6: Relación entre los objetivos e instrumentos de investigación

A modo de resumen, el proceso de recolección de datos de esta investigación es un proceso largo en el que, con cada uno de los docentes se siguieron los pasos siguientes:

- Establecer su pertenencia a la muestra
    - Comprobar que se cumplían los criterios 1 y 2 (egresados recientemente, impartiendo clase de matemática en la Región Metropolitana, la 5ª o 6ª región)
    - Obtener el visto bueno del equipo directivo del colegio
- Envío por email del cuestionario inicial
- Envío de los consentimientos informados (profesor y apoderados)
- Calendarización de las observaciones de clase
    - 3 sesiones consecutivas de 90 minutos
    - Sin instancias de evaluación
- Realización de las observaciones y recolección de producciones escritas
- Vaciado de las pautas de observación de clases
- Vaciado/análisis de los datos de las producciones escritas
- Diseño de la pregunta de la ERS sobre las prácticas pedagógicas del profesor.
- Participación en el Taller de Resolución de Problemas
- Diseño de la pregunta de la ERS sobre sus conocimientos sobre la resolución de problemas
- Realización de la ERS

A continuación se explica el proceso de pilotaje al que fueron sometidos los instrumentos de recolección de datos y las decisiones que se tomaron para su diseño definitivo.

4.3. Pilotaje de los instrumentos

El estudio piloto se realizó con tres profesores voluntarios, egresados hace menos de 5 años de tres universidades distintas y con más de un año de experiencia enseñando matemática. Con estos profesores se pilotearon: cuestionario inicial, pauta de observación de clases, pauta de análisis de las producciones escritas, instrumentos del taller de resolución de problemas y la entrevista en retrospectiva situada. A continuación se explican los aspectos más significativos del proceso de pilotaje.

Pauta de observación de clases

El pilotaje de la pauta de observación de clases se hizo mediante la observación de una sesión de clase de cada uno de los 3 profesores que participaron en el pilotaje. Se pidieron los permisos pertinentes a los directivos de cada colegio y se realizaron las gestiones oportunas en relación con los consentimientos informados a los apoderados. A cada una de esas clases asistieron 3 investigadores, dos de ellos usaban la pauta para codificar y el tercero se encargaba de la filmación de la clase y la codificaba a posteriori. Además se pidió a cada profesor que llevara una grabadora de voz durante toda la clase, a fin de poder captar la naturaleza de sus intervenciones cuando se acercaba a algún estudiante o grupo de estudiantes en particular.

Para garantizar la consistencia en la codificación de los 3 observadores se realizó un proceso iterativo de observación, codificación, análisis de nivel de similitud entre codificaciones y consenso en puntos de discrepancia. Los porcentajes de coincidencia entre las codificaciones de los 3 observadores para cada una de las tres observaciones aparecen en la *Tabla 4.7*, de la que se desprende que el Observador 2 presenta el mayor nivel de separación respecto a los Observadores 1 y 3, lo que en particular presentó consistencia con los resultados generados a partir de los comentarios de la experiencia.

Observadores	Porcentaje promedio de similitud (1º)	Porcentaje promedio de similitud (2ª)	Porcentaje promedio de similitud (3ª)
Obs. 1 – Obs. 2	81%	81%	77%
Obs. 1 – Obs. 3	95%	94%	100%
Obs. 2 – Obs. 3	82%	79%	77%
Promedio	86%	85%	85%

Tabla 4.7: *Porcentajes de similitud*

La pauta de observaciones no sufrió modificaciones a raíz del pilotaje, pero sí se tomaron algunas decisiones importantes relacionadas con aspectos técnicos que fueron incluidas en el documento técnico definitivo (anexo 02).

<u>*Pauta para las producciones escritas*</u>

Una vez observada la clase de cada profesor, se les solicitó que entregaran el cuaderno de uno de sus estudiantes, cuya elección se dejaba en las manos del docente. Se respaldó digitalmente dicho cuaderno siguiendo el protocolo incluido en el documento técnico. La forma de digitalización escogida en los 3 casos fue mediante fotografías. En lo referente a las guías de ejercicios, controles y pruebas, se les solicitó a los docentes dicho material, el que fue entregado sin complicaciones, ya sea de manera física o digital.

Para analizar los materiales, dos investigadores, cada uno por separado, usaron una tabla de análisis (*Tabla 4.8*). Posteriormente, compararon sus resultados y ajustaron criterios.

Tipo de problema	Rutinarios: #	No rutinarios: #	
Localización de problemas	Inicio de unidad: #	Medio (después de contenido): #	Final de unidad: #
Indicios de trabajo colaborativo	En problemas rutinarios: #	En problemas no rutinarios: #	
Cantidad de guías en la unidad	#		
Tipo de guías	Ej. Repetitivos: #	Ej. Variados: #	Mixtas: #
Tipo de pruebas	Ej. Rutinarios: #	Ej. No rutinarios:#	

Tabla 4.8: *Tabla de análisis producciones escritas*

A raíz del pilotaje se decidió incluir cierta información en el proceso de análisis de las producciones escritas como, por ejemplo, los temas a los que corresponden, el número de horas dedicado a dicho tema, etc. Estos aspectos aparecen detallados en el documento técnico definitivo (*anexo 05*).

Instrumentos del Taller de Resolución de Problemas

El diseño de los instrumentos utilizados para recolectar información en el Taller de RP se hizo en dos etapas. Originalmente, este taller estaba planeado para recoger información relevante únicamente del Objetivo 2 de la investigación (Analizar la competencia de dichos profesores noveles como resolutores de problemas, en términos de los conocimientos matemáticos, heurísticas y estrategias de control que utilizan). Con esa idea se diseñaron los instrumentos que figuran en el *anexo 07* y que consisten en (i) un conjunto de problemas que los profesores tenían que resolver de forma individual, durante la primera parte del taller, (ii) otros problemas que tenían que resolver en grupo, durante la segunda parte del taller y (iii) un cuestionario con preguntas acerca de si habían visto anteriormente problemas de este tipo y en qué instancias. Además, durante el taller, se tomaban notas de campo acerca del trabajo individual y en grupo y se filmaba a los profesores mientras trabajaban en grupo.

Sin embargo, la revisión y reflexión acerca de la información obtenida en este pilotaje nos llevó a pensar que este taller podía crear una instancia muy interesante para extraer información acerca de las posibles relaciones entre las instancias que ofrecen los programas de formación inicial y la competencia matemática de los profesores (Objetivo 4). Se diseñó entonces una nueva versión del Taller RP (descrito en la sección 4.2), cuyos instrumentos se encuentran en el *anexo 08*. Este taller se realizó con los tres profesores del pilotaje, siguiendo el programa incluido en el anexo 08; el análisis de este pilotaje no reveló ningún aspecto a rediseñar en los nuevos instrumentos.

Entrevista en retrospectiva situada

El diseño de la entrevista siguió un conjunto de fases cuyo propósito central fue resguardar al menos tres principios metodológicos (Kvale, 2011): (i) coherencia entre las dimensiones en estudio, las preguntas del instrumento y los propósitos de la investigación; (ii) pertinencia de las preguntas y situaciones en relación con los contextos profesionales de los docentes que serán entrevistados y sus experiencias de formación inicial y (iii) suficiencia de la entrevista, en términos de que sus preguntas permitan abarcar y provean información suficiente de cada una de las dimensiones en estudio.

Para cumplir con lo anterior, se llevó a cabo un riguroso proceso de elaboración de preguntas de la entrevista que contempló la revisión y discusión interna de todo el equipo de investigación. Ello implicó el diseño de al menos tres versiones preliminares antes de continuar a la siguiente fase de pilotaje.

Así, el segundo momento clave para el diseño de este instrumento fue el proceso de pilotaje, cuyo objetivo fue poner en acción la guía de preguntas a fin de analizar luego su coherencia, pertinencia y suficiencia. Luego de realizar el pilotaje, se realizó un análisis que contempló la revisión de la entrevista en cuanto a:

- Duración de la entrevista
- Calidad de las preguntas
- Secuencia de las preguntas

Posterior a esta fase, se realizaron los ajustes que dieron origen a la entrevista definitiva (*anexo 10*) y su documento técnico correspondiente (*anexo 11*). Cabe destacar, que en términos generales, los ajustes fueron menores, e implicaron la eliminación de algunas preguntas, la precisión en el lenguaje usado y el cambio en el orden de otras.

En resumen, el proceso de pilotaje de los instrumentos nos llevó a tomar algunas decisiones relacionadas con aspectos técnicos en el proceso de recolección de datos para el estudio de las prácticas pedagógicas y en el protocolo para la realización de las entrevistas en retrospectiva situadas, enriqueció el Taller de RP que en su versión definitiva proporciona datos relacionados tanto con el objetivo 2 como con el objetivo 4 y promovió el ajuste de ciertas preguntas de la entrevista.

En las siguientes cuatro secciones se explica el proceso seguido para analizar los datos y se presentan y discuten los resultados obtenidos, dedicando una sección a cada uno de los objetivos específicos de la investigación (sección 2).

5. PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS

Tal y como se explicó en la metodología (sección 4), para abordar el objetivo 1 de la investigación, se observaron 3 sesiones de clase consecutivas (de 90 min.) de cada docente, de las que también se grabó el audio del profesor (grabadora al cuello); la última sesión, además se filmó. Como material adicional se fotografió el cuaderno de un estudiante, elegido por el docente[11]. Los datos de la observación de clases se recogieron en una pauta (anexo 03) y se vaciaron en un excel (anexo 04), al igual que los de las producciones escritas (anexo 06).

La información recogida a través de la observación de clases y de las producciones escritas se analiza en dos etapas: una primera etapa en la que se hace un análisis cuantitativo, utilizando técnicas de estadística descriptiva y análisis de correlaciones, y una segunda etapa en la que se profundiza en el estudio de las prácticas pedagógicas de los docentes a partir de un estudio cualitativo que consiste en el análisis de 6 casos (dos profesores por universidad) seleccionados a partir de la información obtenida en el análisis cuantitativo.

[11] En el primer informe de avance de FONIDE, el comité solicitó la inclusión de algunos cuadernos más por cada docente. El equipo de investigación decidió realizar un análisis piloto solicitando a 3 docentes los cuadernos de 3 de sus estudiantes. Los resultados de este pilotaje se muestran en la sección 4.3.

5.1. Estudio cuantitativo de las prácticas pedagógicas

Para cada uno de los 30 docentes de la muestra, las pautas de observación de clases recogieron información de al menos 270 minutos de clases consecutivos (36 segmentos de 7,5 minutos cada uno), en distintas combinaciones de sesiones. Las pautas recogen información de un total de 14 variables (Tabla 4.5) que toman valores 1 o 0, según se presente o no la variable. Las 14 variables están divididas en 3 dimensiones (sección 4.2): dinámica de la clase (5 variables), gestión de la clase (7 variables) y tipo de actividad (2 variables). En la primera de las dimensiones sólo podía codificarse una de las variables; en las otras dos dimensiones se codificaban todas las variables que se presentaran[12].

Los datos de la pauta se analizaron a partir de las tres dimensiones consideradas para su construcción, partiendo por un análisis por inspección de cada una de las dimensiones por separado, que da respuesta a las preguntas mostradas en el gráfico 5.1 (análisis intra-dimensional).

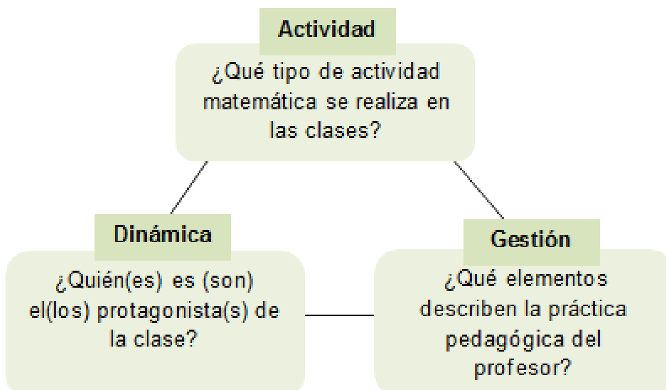


Gráfico 5.1: *Esquema del proceso de análisis de los datos de la pauta de observación de clases* (intra e inter dimensional)

A continuación se realizó un análisis de frecuencias inter-dimensional, esto es, fijando una de las variables de una dimensión y analizando el resto de las variables (*Figura 4*). Este análisis daría respuesta a preguntas como: ¿qué está sucediendo en la clase cuando la dinámica de trabajo es instrucción directa?, ¿en qué tipo de dinámica de la clase el profesor hace más preguntas?, ¿qué tipo de actividad están realizando los estudiantes cuando aparecen las intervenciones no rutinarias?

Este análisis por inspección, realizado en Excel, se complementó con un análisis de correlaciones entre las 14 variables. Las correlaciones se hicieron con el software IBM SPSS (*Anexo 15*).

A continuación se presentan los resultados de todos los análisis realizados. En primer lugar se muestran los resultados dentro de cada dimensión y luego se muestran las

[12] Los datos de los 30 docentes pueden encontrarse en el anexo 15.

correlaciones entre las 14 variables de la pauta y el análisis de lo que ocurre al fijar algunas de esas variables.

5.1.1. ¿Quiénes son los protagonistas de la clase? (dimensión D1)

Para cada una de las 5 variables de esta dimensión se obtuvo la frecuencia de aparición en 36 segmentos de tiempo consecutivos (correspondientes a cada docente). El *Gráfico 5.2* muestra la dinámica de la clase utilizada por cada profesor. En él se puede notar que la Instrucción Directa fue la dinámica más utilizada y el Trabajo Grupal y de Grupo Completo los menos realizados.

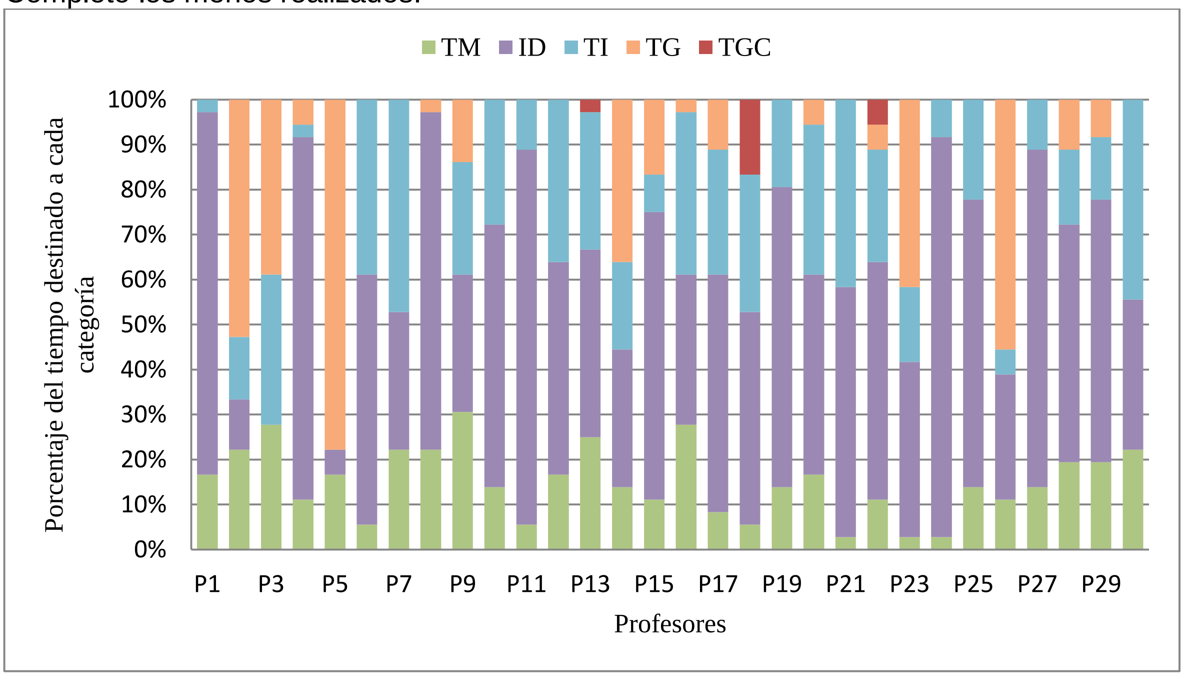


Gráfico 5.2: *Dinámica de clase*

Es interesante observar que en promedio, del total de tiempo observado, los docentes dedican un 50% a la Instrucción Directa, siendo ellos los protagonistas, exponiendo o explicando (*Gráfico 5.3*). Por otro lado un 36% del tiempo los estudiantes son los protagonistas y el 60% de este tiempo los estudiantes realizan actividades individuales. También se observa que un 15% del tiempo de las clases está dedicado a otros fines, no relacionados con la matemática (TM).

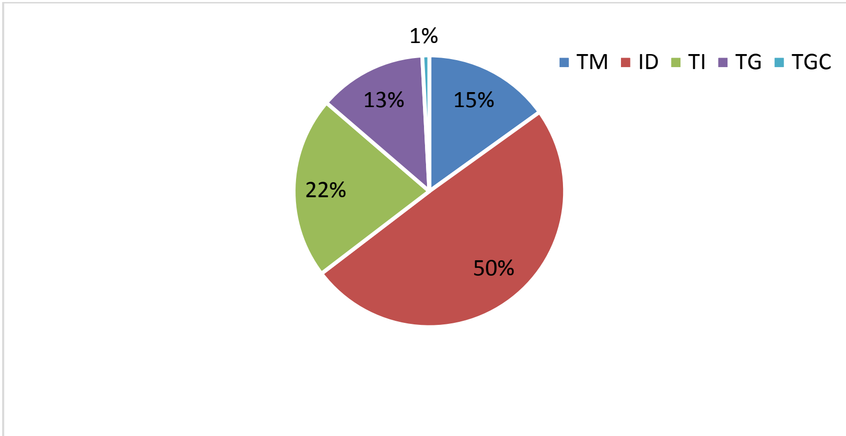


Gráfico 5.3: *Dinámica de la Clase en promedio.*

El *Gráfico 5.4* muestra la distribución de estas variables cuando se desagregan por universidad. Se puede destacar que, en comparación con U2 o U3, los docentes egresados de U1, son los que más tiempo de trabajo en grupo presentan y menor instrucción directa, además de que cerca del 40% del tiempo sus estudiantes se encuentran protagonizando actividades.

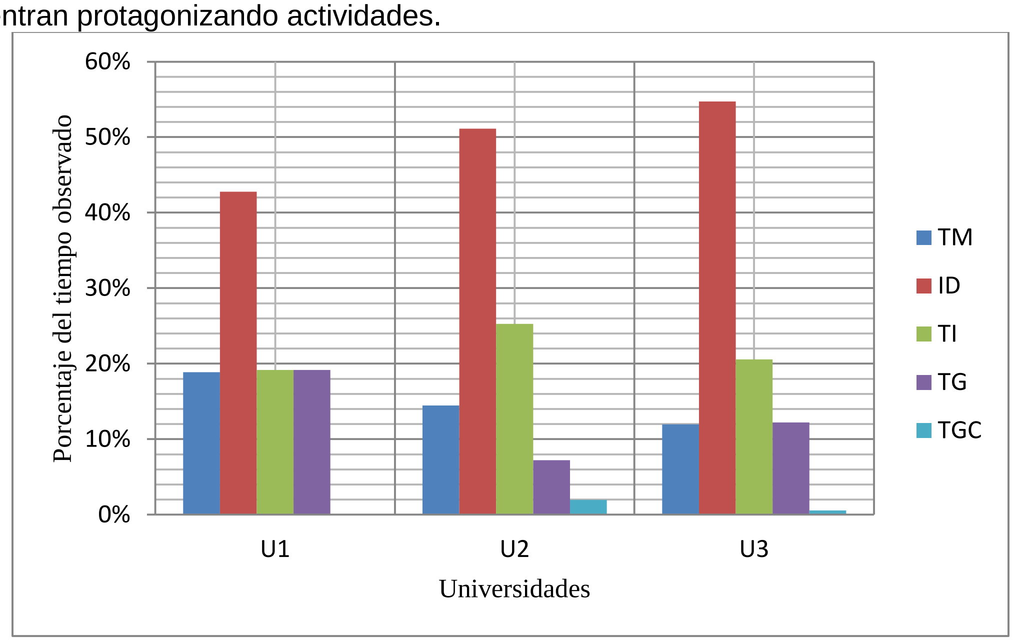


Gráfico 5.4: *Dinámica de trabajo por Universidad.*

5.1.2. ¿Qué elementos describen la práctica del docente? (dimensión D2)

Para cada una de las 7 variables de esta dimensión, se obtuvo nuevamente la frecuencia de aparición en los 36 segmentos considerados. Para interpretar los valores siguientes, conviene mencionar que de acuerdo a la construcción de la pauta, altos porcentajes en las variables PHP, PDR, INR y PPD podrían ser indicios de prácticas pedagógicas que contribuyen al desarrollo de la habilidad de resolver problemas; mientras que altos porcentajes en PNI, PNR y PES podrían estar indicando lo contrario.
El *Gráfico 5.5* muestra la presencia que tuvo cada variable en los 36 segmentos codificados para cada profesor. A partir de éste, se concluye que hacer preguntas (PHP) y entregar soluciones (PES) que se observaron con mayor frecuencia.

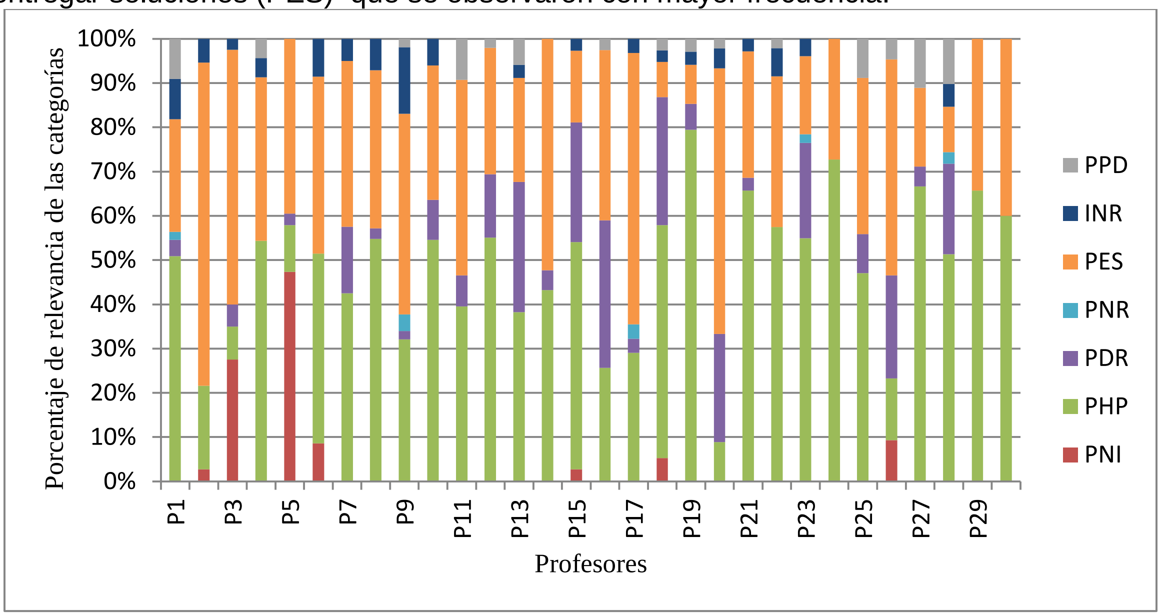


Gráfico 5.5: *Gestión de la clase de los docentes*

El *Gráfico 5.6* indica la distribución porcentual, en promedio, de las 7 variables observadas. En él se observa el predominio de PHP y PES y también que las variables INR y PPD tienen porcentajes muy bajos. El porcentaje para PDR (profesor devuelve la responsabilidad) es del 10%, pero sigue siendo pequeño en comparación con PHP o PES. Esto podría ser un indicio de poca promoción de RP en las clases (PDR es importante en la figura de un profesor que trata de promover la reflexión y el análisis en sus estudiantes, elementos fundamentales en la habilidad de RP). Por otra parte la variable PES, profesor entrega soluciones, tiene un porcentaje de incidencia alto, lo que corroboraría lo anterior.

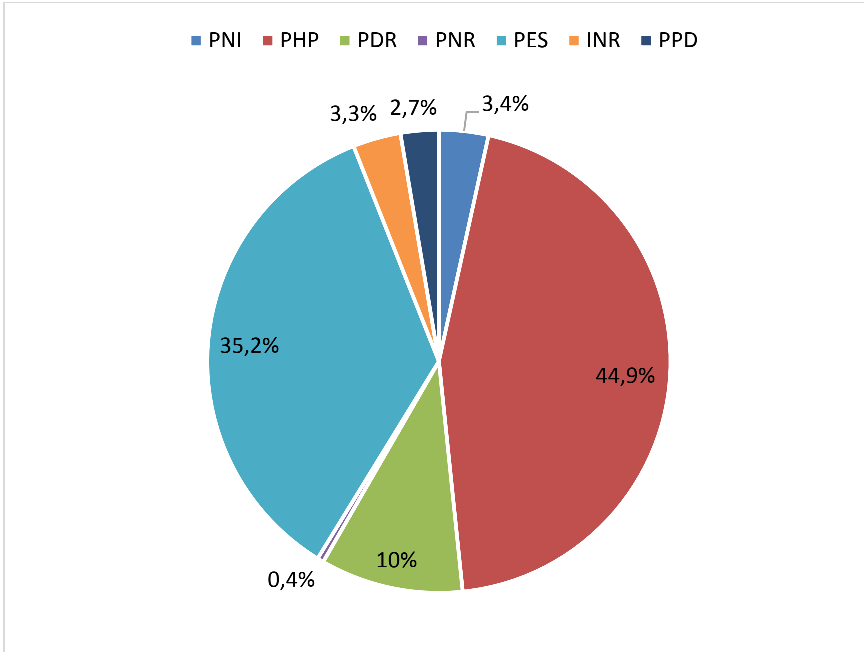


Gráfico 5.6: Gestión de la Clase en promedio.

El alto porcentaje de PHP, estaría dando cuenta de la gestión de un profesor que estimula con preguntas a sus estudiantes, práctica pedagógica positiva en relación a RP. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que no es lo mismo que un profesor haga muchas preguntas y entregue muchas soluciones a que haga muchas preguntas y que entregue a sus estudiantes la responsabilidad de responder. En este sentido, es interesante observar el *Gráfico 5.7,* desagregado por profesor, en el cual se puede ver que los profesores que preguntan más tienden a devolver menos la responsabilidad, lo que puede observarse también a partir del análisis de correlaciones (*anexo 15*) que muestra una correlación de -0,17 entre estas variables, aunque no significativa.

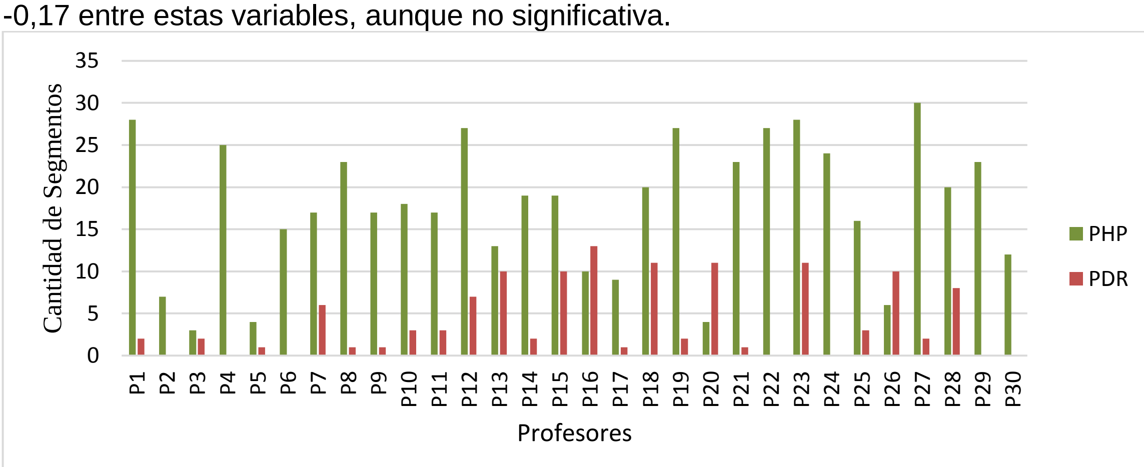


Gráfico 5.7: *PHP – PDR*

También es interesante ver PHP en relación con PES. Aquí encontramos una correlación negativa de -0,53 y significativa al 1%. El *Gráfico 5.8* muestra la distribución de estas dos variables, desagregada por profesor, donde se puede observar un buen número de profesores que muestran altos niveles de PHP y bajos en PES y viceversa. Estos números estarían indicando que los profesores que hacen muchas preguntas, no devuelven la responsabilidad y no entregan soluciones a los problemas.

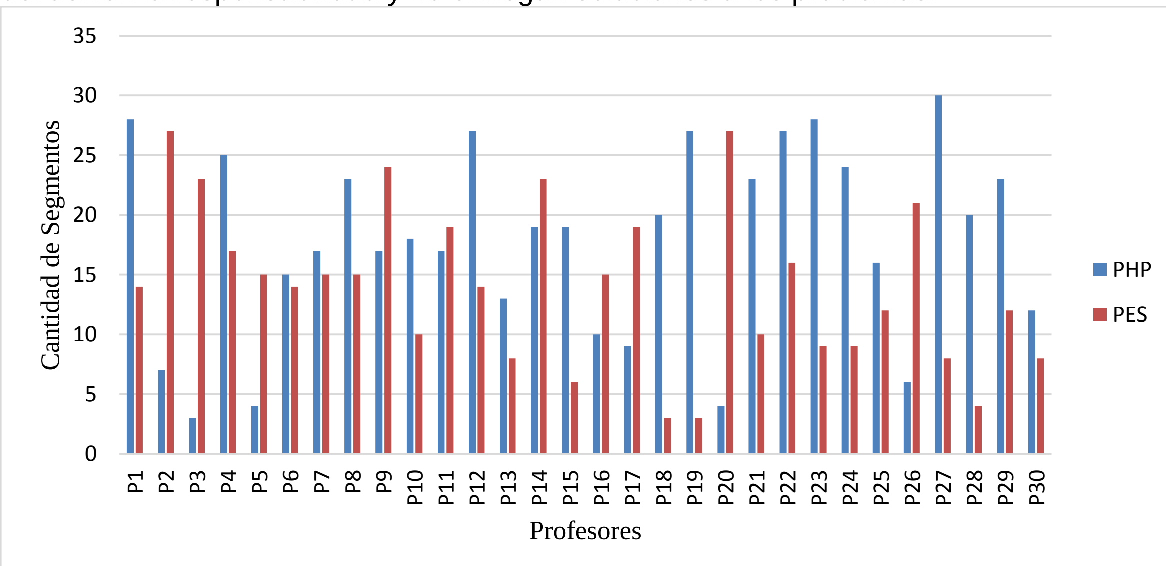


Gráfico 5.8: *PHP – PES.*

Cuando se desagregan estas 7 variables por universidad, se puede observar que hay diferencias importantes por institución. La *Gráfica 5.9* muestra que los profesores de la universidad U1 hacen preguntas, pero entregan en gran medida las soluciones. Por su parte, los docentes de la U3 hacen más preguntas que entregar soluciones. Esta relación permite notar que los profesores de la U3 están gestionando PHP y PES de una mejor manera en cuanto a la RP, que los de las otras dos universidades, pues para que los estudiantes puedan desarrollar habilidades, estrategias y razonamientos es necesario que el docente los motive con preguntas y que no entregue un procedimiento o forma directa de resolución.

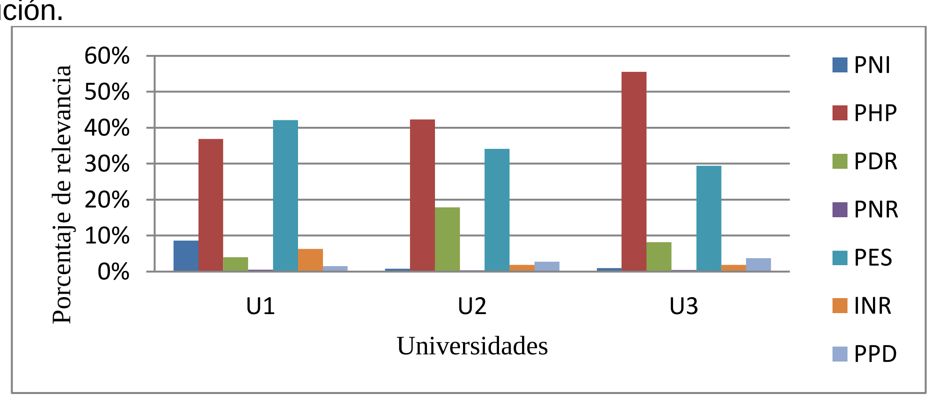


Gráfico 5.9: *Gestión de la clase desagregado por Universidades*.

También es posible notar que los profesores de U2, ante preguntas o dudas de los estudiantes, devuelven más la responsabilidad, característica positiva para el desarrollo de la habilidad de resolver problemas en los estudiantes.

Añadido a esto, la *Tabla 5.10* presenta las razones PHP/PDR y PHP/PES por universidad. Los profesores de la U1 muestran una alta razón PHP/PDR y baja PHP/PES, lo que indica que los docentes de esa universidad hacen clases fuertemente centradas en su persona, dando poca autonomía a los estudiantes. Los docentes de la U2, por su parte, presentan una razón PHP/PDR más cercana a 1, lo que indica que devuelven más la responsabilidad, pero la razón PHP/PES indica que, a pesar de hacer muchas preguntas se entregan también bastantes soluciones (no más que las preguntas que se hacen). En cuanto a la U3, los docentes noveles evidencian entregar menos soluciones que los de las otras universidades, sin embargo trabajan en menor medida devolviendo la responsabilidad. Así, desde este análisis las universidades U2 y U3 presentan un mejor trabajo de los elementos PHP-PDR-PES, para el desarrollo de la habilidad de RP en la sala de clases.

U	PHP	PDR	PES	PHP/PDR	PHP/PES
U1	157	16	174	9,81	0,90
U2	165	70	137	2,36	1,20
U3	209	35	109	5,97	1,92
total	**531**	**121**	**420**	**4,39**	**1,26**

Tabla 5.10: *Razones PHP/PDR – PHP/PES.*

5.1.3. ¿Qué tipo de actividad matemática se realiza en las clases? (dimensión D3)

La *Gráfica 5.11* muestra, a nivel de profesores, el desglose del tiempo, por número de segmentos de 7.5 minutos, dedicado a actividades donde los estudiantes son los protagonistas (TI, TG y TGC) y a Instrucción Directa más el tiempo muerto (donde los estudiantes no son protagonistas).

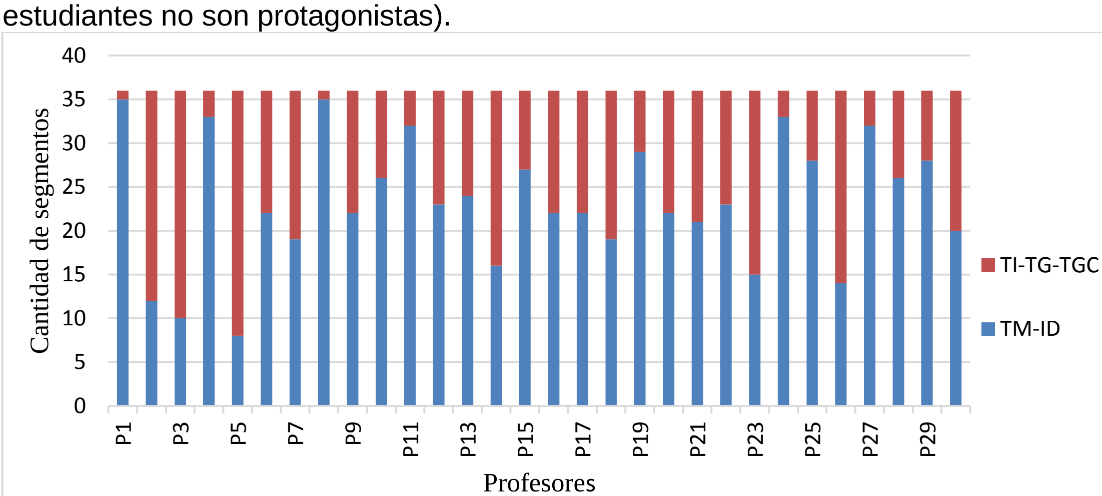


Gráfico 5.11: Tiempo de protagonismo para el docente y para los estudiantes

El tiempo disponible para el trabajo de los estudiantes, que corresponde al 36% de la clase (*Gráfico 5.3*), se puede dedicar a actividades rutinarias o no rutinarias[13]. De este 35% del tiempo, se puede observar que una proporción muy menor es dedicada a actividades no rutinarias, como lo muestra la *Gráfica 5.12*. Más aún, es notorio el gran número de profesores, cerca de 19 de un total de 30, que prácticamente no dedican tiempo a actividades no rutinarias.

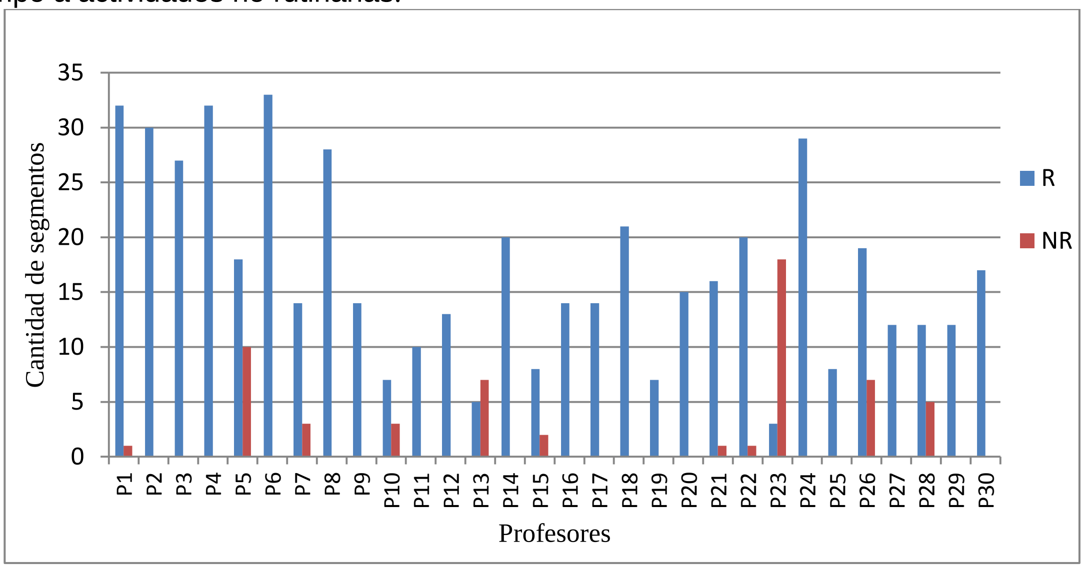


Gráfico 5.12: *Actividades rutinarias y no rutinarias.*

Es interesante observar si los pocos profesores que realizan actividades no rutinarias (o rutinarias) se concentran en alguna universidad en particular. La *Gráfica 5.13* muestra la distribución de las variables agregadas por universidad.

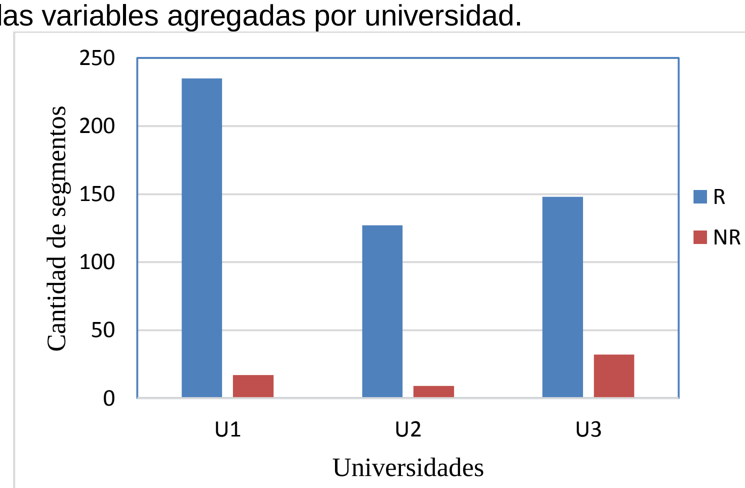


Gráfico 5.13: *Actividad matemática por universidad.*

[13] En esta sección aparecen los términos "actividad rutinaria" y "no rutinaria" para hacer referencia a lo que en el marco se denomina "ejercicio" y "problema", respectivamente. Esto ocurre por razones operativas.

Se puede observar que los profesores de la tercera universidad, U3, realizan más actividades no rutinarias, mientras que los de la Universidad U1 realizan en gran medida actividades rutinarias. La *Tabla 5.14*, muestra una mejor razón NR/R para U3, si bien las tres muestran muy poca actividad no rutinaria. Esta pequeña diferencia podría estar indicando alguna incidencia de la formación inicial en estas variables, pero no es posible todavía sacar alguna conclusión más definitiva.

U	R	NR	NR/R	R/NR
U1	235	17	13,82	0,07
U2	127	9	14,11	0,07
U3	148	32	4,63	0,22
Total	**510**	**58**	**0,11**	**8,79**

Tabla 5.14: *Razón NR/R por universidad.*

5.1.4. ¿Qué está ocurriendo en la sala cuando la dinámica de trabajo es ID? ¿o TG? ¿o cuando el profesor está haciendo preguntas? (Análisis inter-dimensional)

El estudio de correlaciones entrega información para entender la relación entre las 14 variables que exhibe el profesorado novel. Debido a la propia naturaleza de las variables en cuestión, existe una serie de valores de las correlaciones que corroboran las ideas previas y validan los datos, las que se muestran en la *Tabla 5.15*, en la cual solo se han representado correlaciones significativas, en blanco y plomo para correlaciones con 0,05% y 0,01% de significación, respectivamente.

	ID	TI	TG	PNI	PHP	PDR	PNR	PES	INR	PPD	R	NR
ID			-0.69	-0.57	0.69			-0.42		0.44		
TI			-0,38									
TG	-0.69	-0,4		0.70	-0.50			0.41				0.53
PNI	-0.57		0.70		-0.53							
PHP	0.69		-0.50	-0.53				-0.53				
PDR											-0.46	0.41
PNR									0.71			
PES	-0.42		0.41		-0.53						0.37	
INR							0.71					
PPD	0.44											
R						-0.46		0.37				-0.38
NR			0.53			0.41					-0.38	

Tabla 5.15: Correlación entre variables.

Se observan correlaciones significativas entre variables de distintas dimensiones de la pauta de observación, que muestran ciertas características interesantes de la práctica pedagógica de los profesores bajo análisis. En primer lugar, se encuentra que la correlación entre Instrucción Directa (ID) y el Profesor Hace Preguntas (PHP) es de 0,69

(0,01%). Así mismo, la correlación entre Instrucción Directa (ID) y el Profesor Entrega Soluciones (PES) es de -0,42 (0,05%).

En segundo lugar, el Trabajo en Grupo (TG), en parejas o grupos pequeños, se correlaciona positivamente en 0.70 (0,01%), con el Profesor No Interviene (PNI) y negativamente en -0,50 (0,01%), con el Profesor Hace Preguntas (PHP). De aquí se podría interpretar que cuando los estudiantes trabajan en grupo, los profesores no intervienen y aquellos que lo permiten son precisamente aquellos que no hacen preguntas, es decir, los alumnos quedan trabajando en grupo prácticamente aislados.

En tercer lugar, el Profesor Hace Preguntas (PHP) tiene una correlación de -0,53 (0,01%) con Profesor Entrega Solución (PES), lo que nuevamente podría mostrar que profesores que preguntan mucho están dejando la responsabilidad en sus estudiantes, pero el *Gráfico 5.8* (PHP-PES) muestra que también profesores que preguntan poco no entregan soluciones. En último lugar, la Intervención No Rutinaria (INR) de los estudiantes se correlaciona en 0,71(0,01%) con el Profesor No Responde (PNR). Esto último hablaría de que el profesor evita responder preguntas no rutinarias, mostrando poca promoción de RP, aunque estas últimas variables tienen poca incidencia en la clase (cerca del 10%).

Estas correlaciones son el reflejo de algo que se sabe que ocurre en la sala de clases, que las dimensiones dinámica de la clase, gestión y tipo de actividad matemática no son aisladas. Por ejemplo, cuando un docente realiza trabajo en grupo con sus estudiantes, al mismo tiempo está poniendo en juego elementos de la gestión de la clase y proponiendo un tipo de actividad matemática. Dado esto, y sumando al resultado de las correlaciones, es relevante indagar en estas relaciones entre dimensiones, es decir, cabe preguntarse:

(a) ¿Cómo es la gestión y el tipo de actividad matemática cuando hay un tipo de Dinámica de la clase?

(b) Cuando el docente gestiona la clase de una determinada forma, ¿qué otros elementos están presentes?, ¿cómo es la dinámica de la clase y el tipo de actividad matemática?

(c) ¿Cómo se gestiona la clase y cómo es la dinámica cuando el tipo de actividad presente es rutinaria y no rutinaria?

Estas son las cuestiones que abordaremos a continuación.

(a) Fijando la Dinámica de la Clase: ¿Cómo es la gestión y el tipo de actividad matemática cuando hay un tipo de Dinámica de la clase?

La gráfica siguiente muestra las variables de la dimensión 2, Gestión de la Clase, cuando el profesor es protagonista en la exposición de contenidos, es decir, cuando la dinámica de clase es ID.

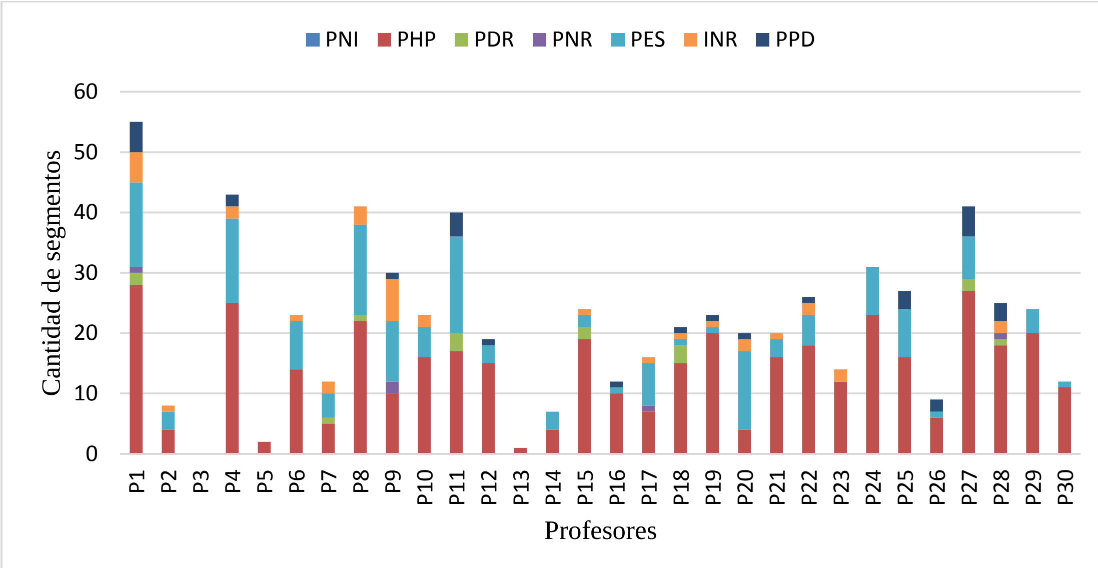


Gráfico 5.16: *Gestión de la Clase cuando la Dinámica es ID (profesor protagonista)*

Se puede notar que en este tipo de dinámica, los docentes plantean muchas preguntas y entregan soluciones. Se observa, además, que en este tipo de dinámica, casi no hay devolución de responsabilidad, algo esperable si ellos son los protagonistas. Por otra parte, se detecta muy pocas intervenciones no rutinarias de los estudiantes, lo que se suma a lo anterior en cuanto a que el docente lidera la clase. Las correlaciones (*anexo 15*), reafirman este resultado, siendo la correlación entre ID y PHP positiva significativa de 0.9 (1%). Además, la correlación entre ID y PES es también significativa siendo 0.6 con una significancia del 1%. Que los docentes realicen muchas preguntas en este tipo de dinámica es interesante recordando que el 50% del tiempo lo dedican a este tipo de trabajo.

Los tres gráficos siguientes (*Gráficos 5.17, 5.18 y 5.19)* muestran los elementos de la gestión de la clase cuando los estudiantes son los protagonistas, es decir, cuando las dinámica de trabajo es TI, TG o TGC.

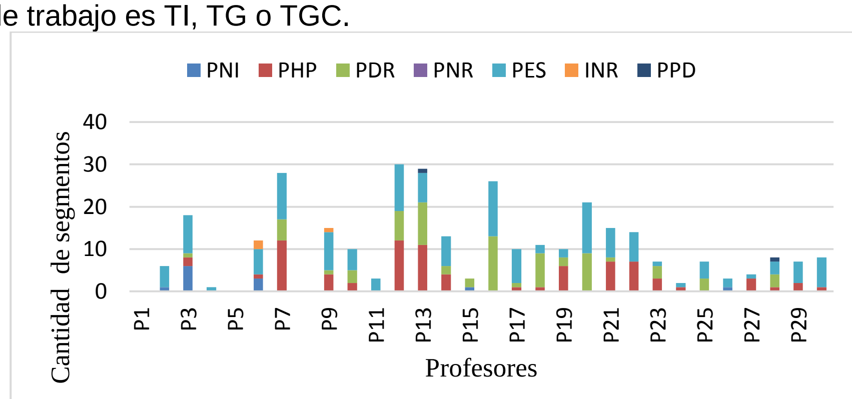


Gráfico 5.17: *Gestión de la Clase cuando la Dinámica es TI*

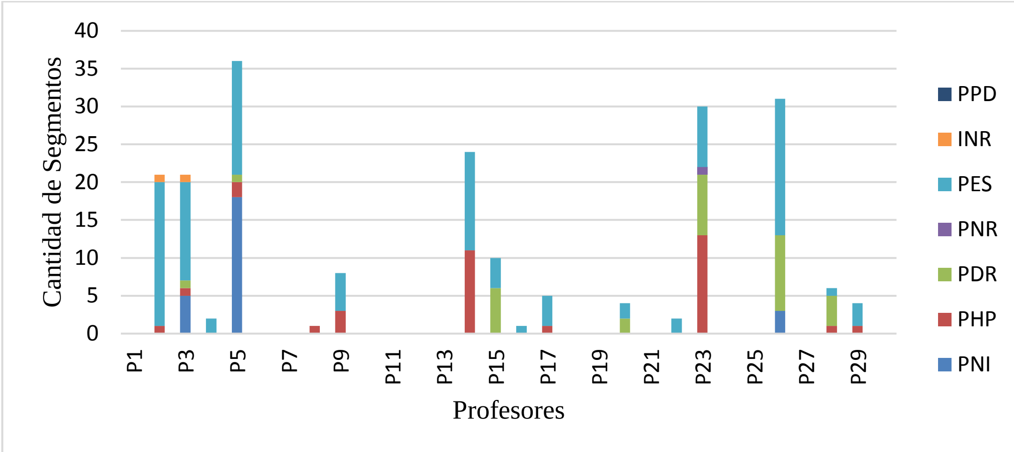


Gráfico 5.18: *Gestión de la Clase cuando la Dinámica es TG*

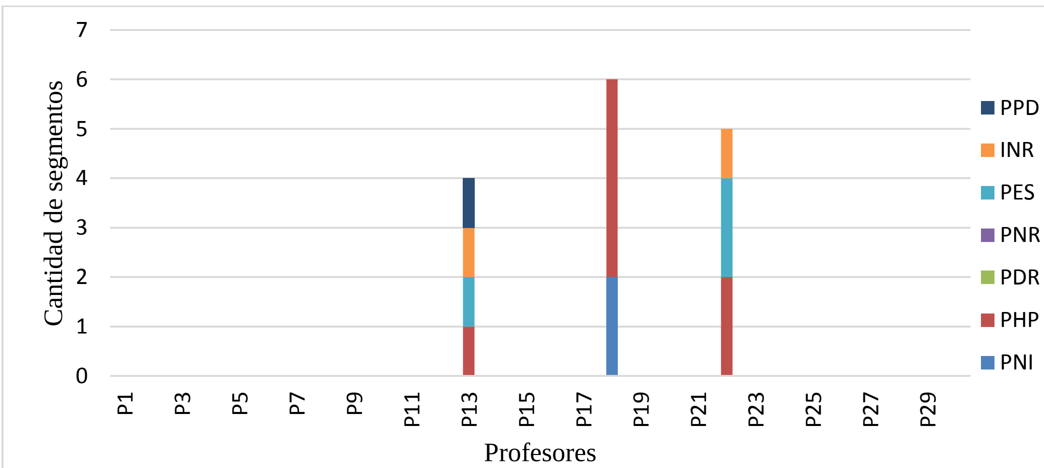


Gráfico 5.19: *Gestión de la Clase cuando la Dinámica es TGC*

Es posible observar que cuando los estudiantes son los protagonistas en TI, hay una aparición importante de devolver la responsabilidad (PDR). Esto último es un aspecto en principio positivo ya que ante preguntas o dudas de los estudiantes los profesores dejaron en mano de ellos la inquietud, aunque luego se termina entregando soluciones. Las correlaciones muestran estas relaciones. La correlación entre TI y PES es significativa con un valor de 0.8 (1%), y la correlación entre PDR y PES es de 0.8 (1%), ratificando lo anterior. En el trabajo en grupo (TG), se observa esta misma relación entre PHP y PES, y PDR y PES *(anexo 15).* En cuanto al Trabajo de Grupo Completo, solo tres profesores lo realizan y gestionan la clase de forma similar, aunque P18 se destaca por no intervenir en la discusión de sus estudiantes.

Por otro lado, los resultados por universidad, en cuanto a la gestión de la clase cuando hay un tipo de dinámica son similares. Las tablas siguientes dan cuenta de ello. Aunque es posible notar por ejemplo que docentes de la U2 cuando proponen un trabajo individual a sus estudiantes devuelven más la responsabilidad que otros profesores de la

U1 y U3, sin embargo entregan mucho más la solución (algo que, como se señalaba anteriormente, no es positivo para el desarrollo de la RP). En este sentido, los docentes de la U3, son quienes tienen mejores resultados en relación a la forma de gestionar su clase cuando los estudiantes son los protagonistas (TI-TG). Esto podría estar relacionado con su formación inicial, aunque con este análisis descriptivo no se puede concluir aquello.

ID							
	PNI	**PHP**	**PDR**	**PNR**	**PES**	**INR**	**PPD**
U1	0	126	4	3,00	73,00	23	8
U2	0	112	112	1,00	47,00	6	9
U3	0	167	167	1,00	37,00	7	14

Tabla 5.20: *Gestión de la Clase cuando la Dinámica es ID por U.*

TI							
	PNI	**PHP**	**PDR**	**PNR**	**PES**	**INR**	**PPD**
U1	10	21	10	0	46	3	0
U2	1	35	54	0	65	0	1
U3	1	25	10	0	38	0	1

Tabla 5.21: *Gestión de la Clase cuando la Dinámica es TI por U*

TG							
	PNI	**PHP**	**PDR**	**PNR**	**PES**	**INR**	**PPD**
U1	23	8	2	0	54	2	0
U2	0	12	8	0	24	0	0
U3	3	15	22	1	32	0	0

Tabla 5.22: *Gestión de la Clase cuando la Dinámica es TG por U*

TGC							
	PNI	**PHP**	**PDR**	**PNR**	**PES**	**INR**	**PPD**
U1	0	0	0	0	0	0	0
U2	2	5	0	0	1	1	1
U3	0	2	0	0	2	1	0

Tabla 5.23: Gestión de la Clase cuando la Dinámica es TGC por U

Por otra parte, el tipo de actividad matemática que mayoritariamente se da en la sala cuando la dinámica de la clase es ID, TI, TG, y TGC es de tipo rutinario. Aunque es posible notar que cuando los estudiantes son los protagonistas (TI, TG y TGC) hay un leve aumento del trabajo de actividades no rutinarias. Cabe señalar que cuando la dinámica de la clase es ID, a pesar de que el profesor es el protagonista, éste plantea actividades a sus estudiantes (siendo él quien las lidera). Incluso la correlación entre las variables (estando fija una dinámica) muestra que entre ID y R (rutinario) hay una correlación significativa de 0.6 con una significancia del 1%. Además, hay que recordar según se expone en el *Gráfico 5.3*, que hay muy poco trabajo de grupo y grupo completo, lo que explica la baja de la cantidad de segmentos codificados.

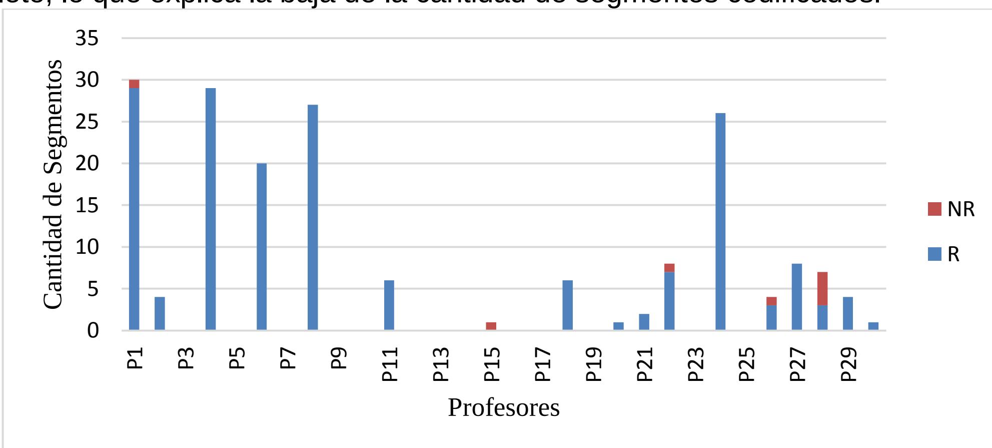


Gráfico 5.24: *Tipo de actividad matemática cuando la Dinámica es ID*

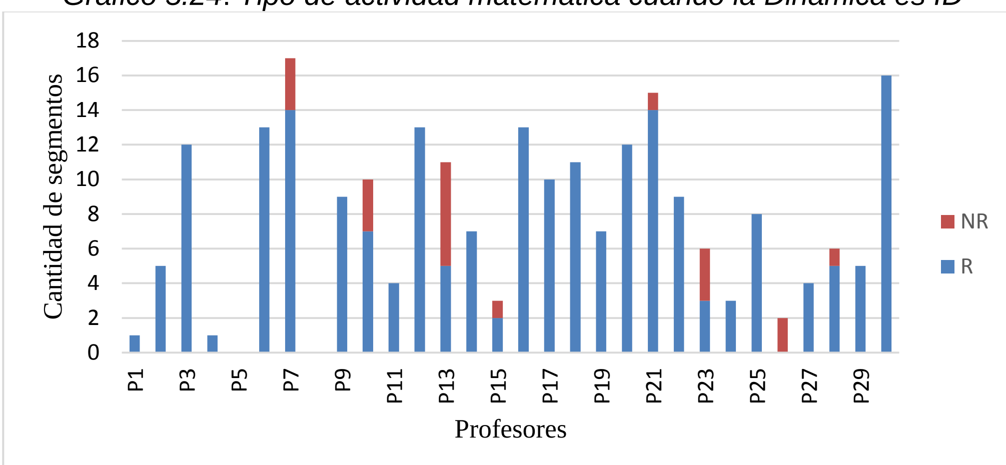


Gráfico 5.25: *Tipo de actividad matemática cuando la Dinámica es TI*

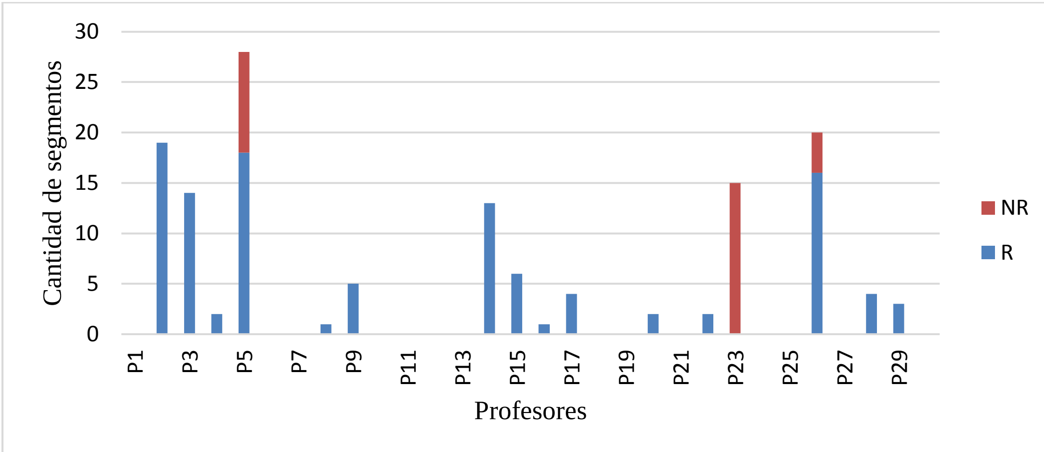


Gráfico 5.26: Tipo de actividad matemática cuando la Dinámica es TG

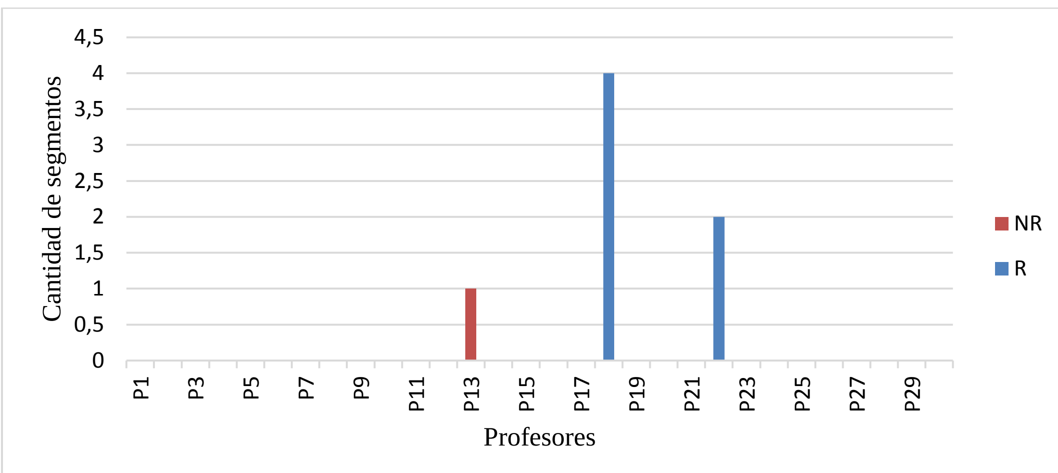


Gráfico 5.27: Tipo de actividad matemática cuando la Dinámica es TGC

Ahora bien, si se analiza este resultado por universidad, tal como muestra la *Tabla 5.28*, es posible notar que en ID, los docentes de la U1 están más tiempo haciendo actividades rutinarias, mientras que los de la U3 muestran un aumento del trabajo de actividades no rutinarias. A pesar de ello, creemos difícil poder realizar una dinámica RP siendo los docentes los protagonistas, aunque pueden acercarse bastante a su promoción.

	ID		TI		TG		TGC	
	R	**NR**	**R**	**NR**	**R**	**NR**	**R**	**NR**
U1	109	1	62	6	59	10	0	0
U2	13	1	84	7	26	0	4	1
U3	54	6	67	7	25	19	2	0

Tabla 5.28: *Tipo de Actividad por U cuando hay un tipo de Dinámica de la Clase.*

(b) Fijando el tipo de Gestión de Clase: Cuando el docente gestiona la clase de una determinada forma, ¿qué otros elementos están presentes?, ¿cómo es la dinámica de la clase y el tipo de actividad matemática?

Considerando los resultados anteriores (*Gráfico 5.6*), se tomarán sólo tres de las siete variables de la segunda dimensión que fueron las que tuvieron mayor relevancia: PHP, PDR y PES.
Cuando los profesores hicieron preguntas, es decir, al fijar la variable PHP, la dinámica de trabajo que en la mayoría de los casos estuvo presente fue Instrucción Directa, seguido de trabajo individual. El *Gráfico 5.29* muestra este resultado.

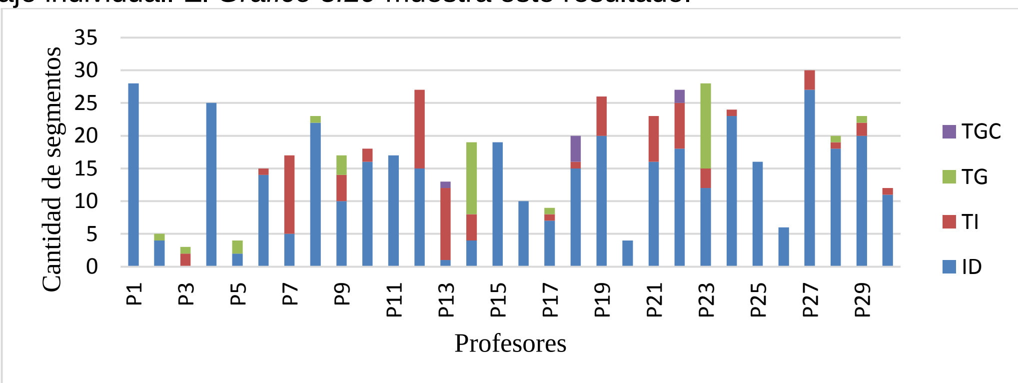


Gráfico 5.29: *Dinámica de la clase cuando los profesores hicieron preguntas (PHP).*

Junto a aquello, la correlación entre PHP e ID muestra un valor de 0.8 con una significancia de 1%, lo que apoya el resultado anterior (y que ya se veía en resultados anteriores).
En cuanto a la gestión de la clase, cuando los profesores hacen preguntas se observa a partir del *Gráfico 21,* que los docentes entregan soluciones. La correlación entre estas variables, PHP y PES, tiene un valor de 0.5 con una significancia del 1%. Es decir, quienes hacen preguntas, entregan soluciones.

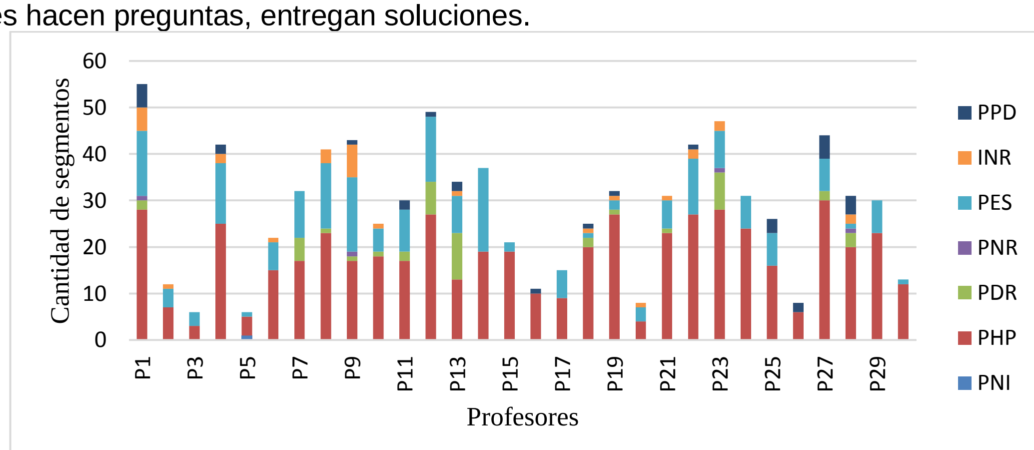


Gráfico 5.30: *Gestión de la clase cuando los profesores hicieron preguntas (PHP).*

Por su parte, tal como ya se ha observado, las actividades propuestas son en su mayoría rutinarias. La correlación entre PHP y R es de 0.6 con una significancia del 1%, lo que afirma que cuando se hacen preguntas, se trabajan actividades rutinarias. Este resultado, lleva a pensar en que el tipo de preguntas es del tipo procedimental, sin llevar al estudiante a una reflexión mayor.

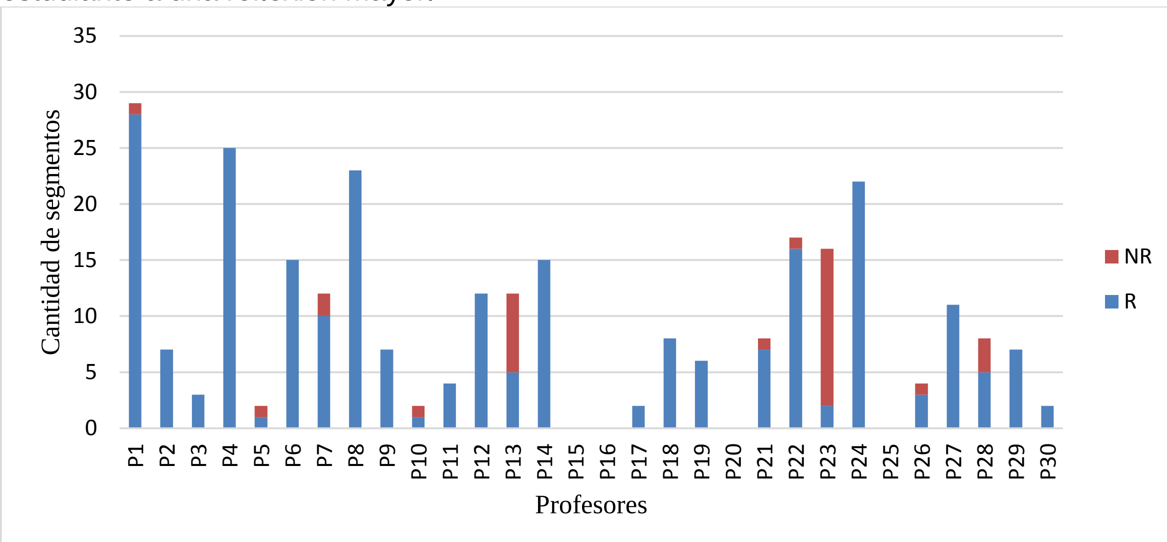


Gráfico 5.31: Actividad matemática cuando los profesores hicieron preguntas (PHP).

Ahora bien, el resultado por universidad no varía mucho, como puede observarse en la *Tabla 5.32*. Los profesores de cada universidad trabajan en instrucción directa y entregan soluciones cuando hacen preguntas, al mismo tiempo que trabajan actividades rutinarias. Este modo de trabajo no es el deseable para promover la RP en la sala de clase dado que se espera que se realicen actividades no rutinarias y que los estudiantes puedan generar estrategias, razonamientos para obtener la solución.

	ID	TI	TG	TGC	PNI	PDR	PNR	PES	INR	PPD	R	NR
U1	126	21	8	0	1	10	2	86	20	8	120	5
U2	112	35	12	5	0	22	0	63	4	8	52	7
U3	167	25	15	2	0	14	2	56	7	15	75	20

Tabla 5.32: Dinámica, gestión de la clase y actividad matemática por U cuando PHP.

Fijándonos en los momentos en que los docentes devuelven la responsabilidad a sus estudiantes en la sala de clases; ese no fue uno de los elementos más observados. De hecho, no todos los profesores lo hacen. Sin embargo, aquellos que lo hacen, como muestra el *Gráfico 5.33*, lo realizan mayormente en una dinámica de trabajo individual de los estudiantes. La correlación entre PDR y TI evidencia con un valor de 0.8 (1% de significancia) que aquellos docentes que devuelven la responsabilidad, tienen un alto trabajo individual de los estudiantes, lo que es bastante positivo para la RP, considerando que PDR es una de los elementos primordiales para desarrollar la habilidad e RP.

También se puede ver que los docentes que devuelven la responsabilidad lo hacen en trabajo en grupo y en menor medida en instrucción directa, mas nunca en trabajo de grupo completo.

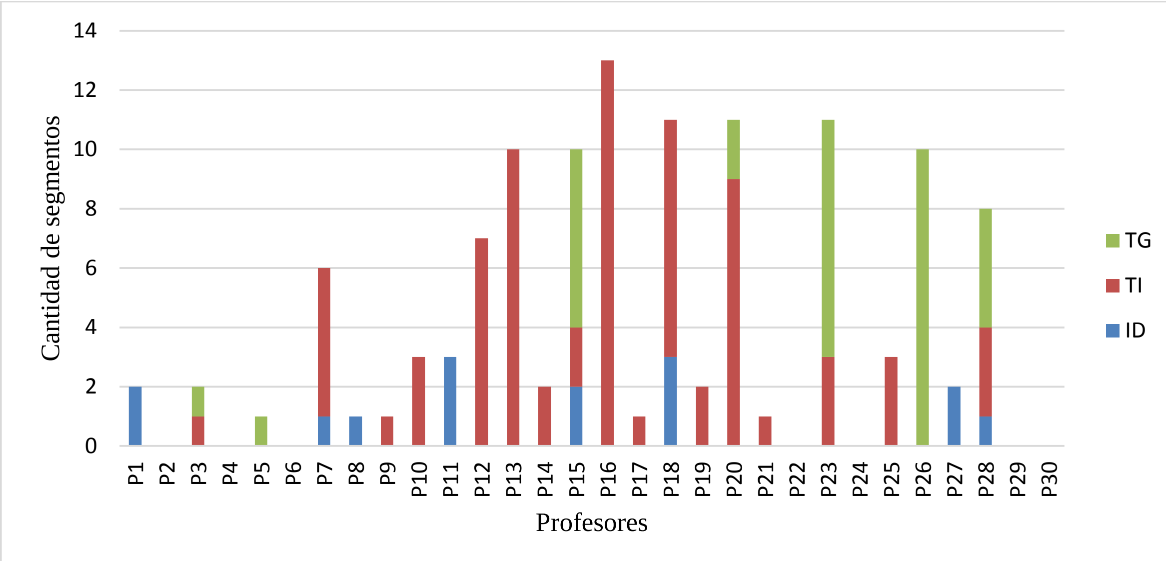


Gráfico 5.33: Dinámica de la clase cuando los profesores PDR.

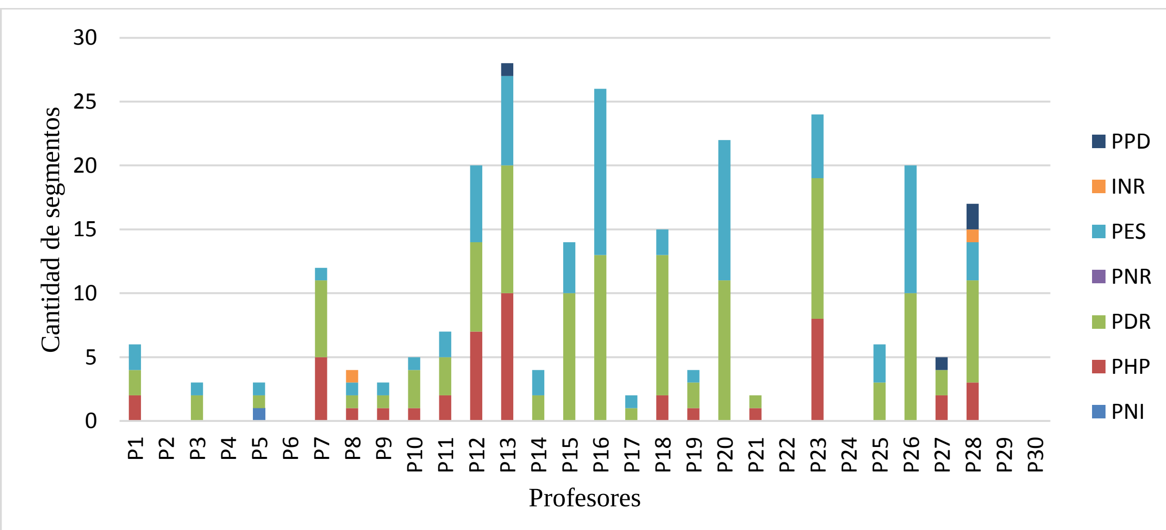


Gráfico 5.34: Gestión de la clase cuando los profesores PDR.

Por su parte, cuando se devuelve la responsabilidad se observa en la gestión de la clase, que los docentes hacen preguntas y entregan soluciones. Las correlaciones entre estas variables indican precisamente que aquellos docentes que devuelven más la responsabilidad, preguntan más y entregan más soluciones (correlación entre PDR y PHP es de 0.5 (5%) y entre PDR y PES es de 0.8 con significancia del 1%).

Por su parte, el tipo de actividad cuando se devuelve la responsabilidad es mayormente rutinaria, hecho corroborado por la correlación entre PDR y R con un valor de 0.8 (1%). El siguiente gráfico presenta el tipo de actividad matemática cuando se devuelve la responsabilidad. Cabe destacar el profesor P23 de la U3 quien realiza actividades no rutinarias cuando devuelve la responsabilidad.

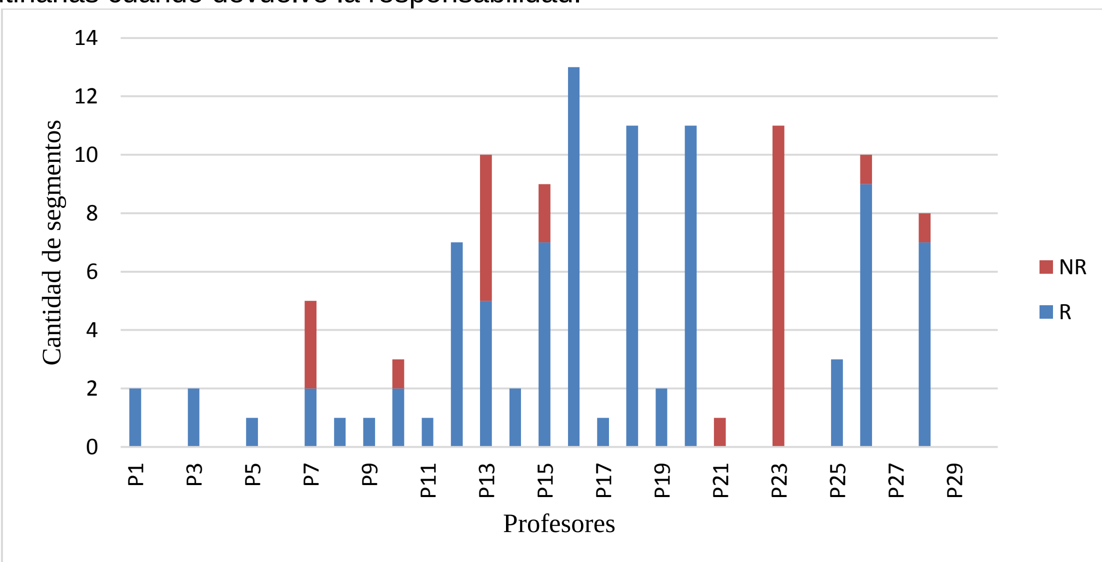


Gráfico 5.35: Tipo de actividad matemática cuando los profesores PDR.

Los resultados desagregados por universidad cuando se codifica PDR, muestran diferencias notorias entre las universidades en cuanto al tipo de actividad matemática. La U2 presenta 60 segmentos codificados con R (Rutinario), mientras que la U1 y la U3 menos de 20, destacando la U3 con más segmentos de actividades no rutinarias.

En cuanto a la dinámica de la clase cuando se devuelve la responsabilidad, la U2 presenta una mayor cantidad de trabajo individual de los estudiantes, mientras que la U3 da cuenta de un mayor trabajo en grupo cuando Profesor Devuelve la Responsabilidad.

En cuanto la U1 el profesorado trabaja menos devolviendo la responsabilidad, lo que explica los valores más pequeños en comparación a las otras dos universidades. La *Tabla 5.36*, resume las variables desagregadas por universidad.

	ID	TI	TG	TGC	PNI	PHP	PNR	PES	INR	PPD	R	NR
U1	4	10	2	0	1	10	0	8	1	0	11	4
U2	8	54	8	0	0	22	0	49	0	1	60	7
U3	3	10	22	0	0	14	0	21	1	3	19	14

Tabla 5.36: Dinámica, gestión de la clase y actividad matemática por U cuando PDR.

Del mismo modo que las variables anteriores, se puede analizar lo que sucede con los profesores que entregan soluciones. El *Gráfico 5.37* muestra que la dinámica de trabajo de aquellos docentes que entregan soluciones es mayormente instrucción directa y trabajo individual de los estudiantes. La correlación entre PES y TI es positiva significativa de 0.4 (5%), lo que reafirma este resultado.

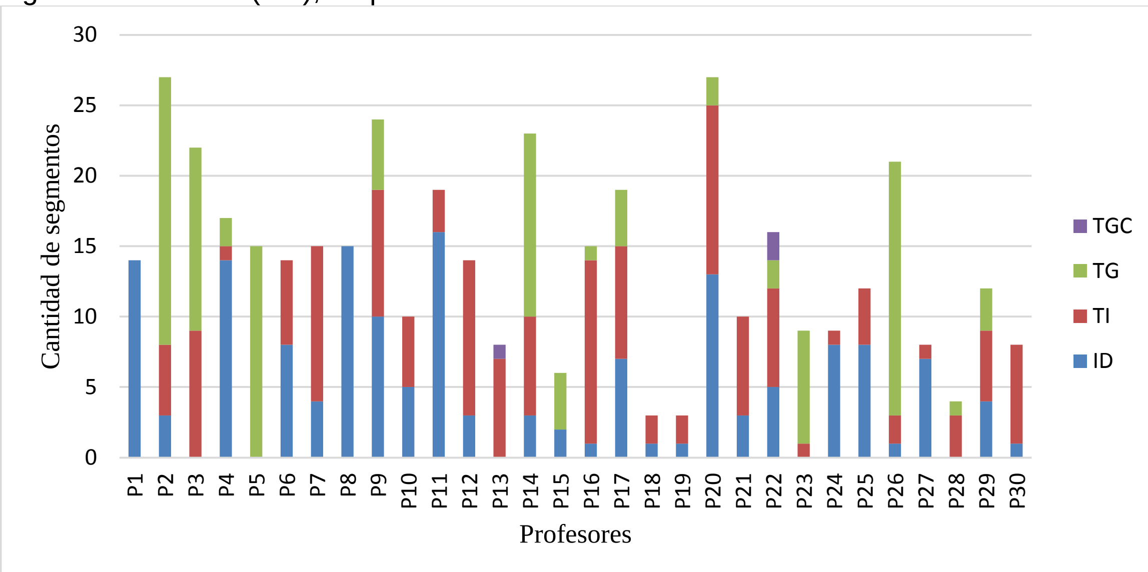


Gráfico 5.37: Dinámica de trabajo cuando los profesores PES.

Por otra parte, mientras los docentes entregan soluciones se observa que hacen preguntas, es decir, aquellos que entregan más soluciones, hacen más preguntas. Es posible observar que en varios casos, hay intervención no rutinaria de estudiantes, INR, tal como P9 de la U1. La correlación entre estas variables, PES e INR, es positiva significativa de 0.4 (5%).

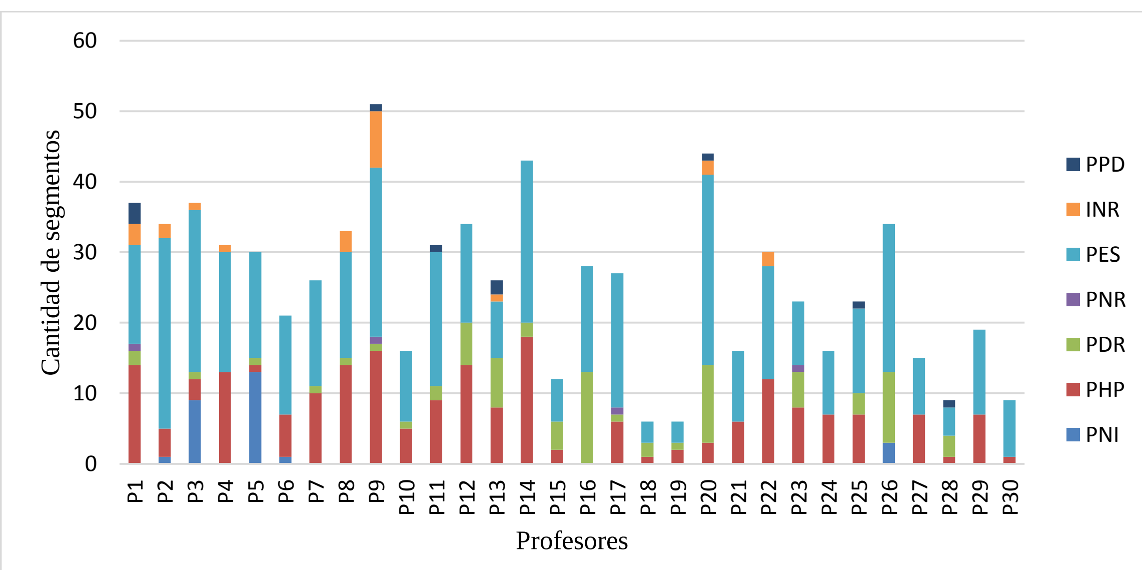


Gráfico 5.38: Gestión de la clase cuando los profesores PES.

Al igual que en resultados anteriores, el tipo de actividad matemática es casi completamente rutinario.

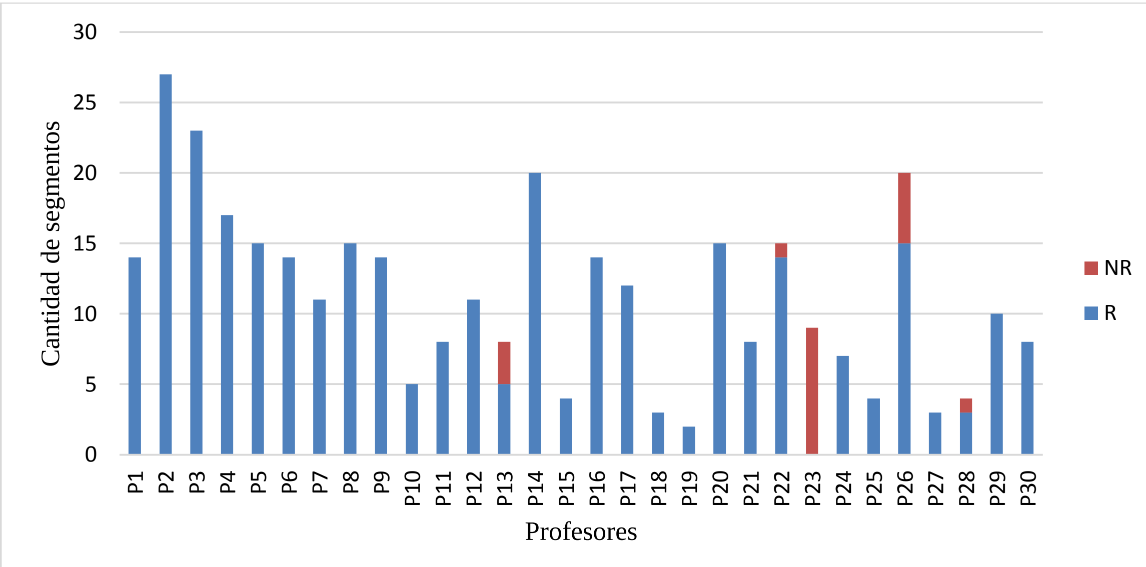


Gráfico 5.39: Tipo de actividad matemática cuando los profesores PES.

El análisis por universidad (*Tabla 5.40*), permite notar que los docentes de la U1 no trabajan actividades no rutinarias, más bien siempre que entregan soluciones lo hacen en actividades rutinarias. A diferencia de la U3 que muestra que cuando se entregan soluciones se hace tanto en actividades rutinarias como no rutinarias.

	ID	TI	TG	TGC	PNI	PHP	PDR	PNR	INR	PPD	R	NR
U1	73	46	54	0	24	86	8	2	18	4	155	0
U2	47	65	24	1	0	63	49	1	3	4	94	3
U3	37	38	32	2	3	56	21	1	2	2	72	16

Tabla 5.40: Dinámica, gestión de la clase y actividad matemática por U cuando PES.

(c) Fijando un Tipo de Actividad Matemática: ¿Cómo se gestiona la clase y cómo es la dinámica cuando el tipo de actividad presente es rutinaria y no rutinaria?

Cuando se presenta una actividad rutinaria, la dinámica de trabajo de la clase puede ser tanto con el docente como protagonista (ID) como con los estudiantes (TI-TG-TGC). En particular, cuando hay más actividad rutinaria, más segmentos de instrucción directa se tienen, siendo la correlación entre estas variables de 0.7 (1%). El *Gráfico 5.41*, muestra el detalle de los segmentos codificados cuando la actividad rutinaria estuvo presente.

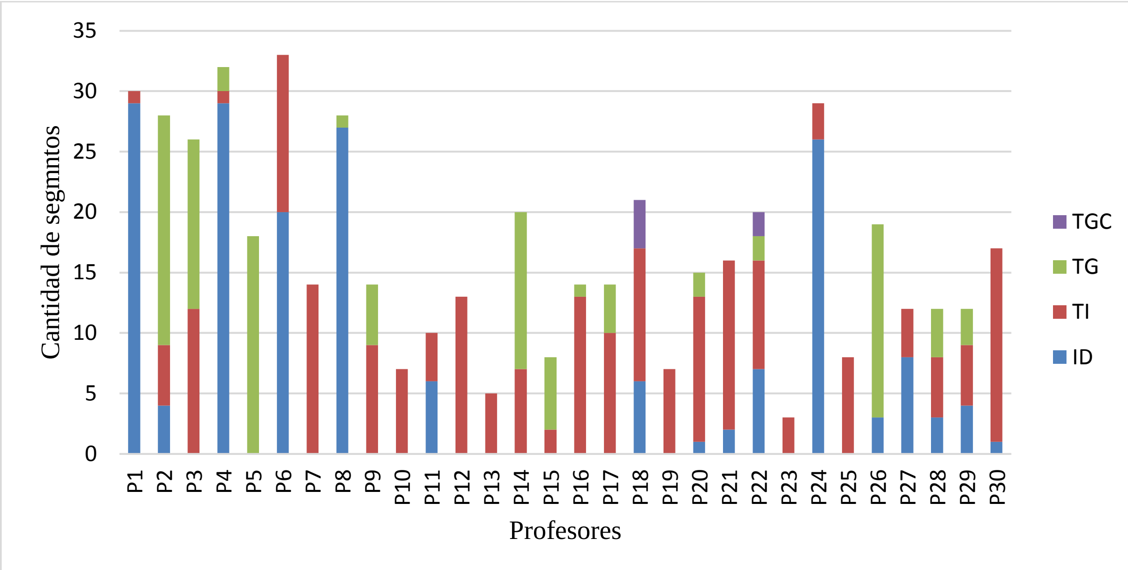


Gráfico 5.41: *Dinámica de trabajo cuando la actividad es Rutinaria.*

En cuanto a la gestión de la clase, cuando se realizan actividades rutinarias, los docentes, hacen preguntas, entregan soluciones y en menos medida devuelven la responsabilidad. Las correlaciones (anexo 15) dan cuenta de que aquellos docentes que trabajan actividades rutinarias, tienen un alto porcentaje de preguntas y un alto porcentaje de entregar soluciones. Además, la correlación entre R e INR (intervención no rutinaria de estudiante), presenta un valor significativo positivo de 0.7 (1%) lo que sugiere que en aquellos profesores en que hay gran cantidad de actividades rutinarias, hay más intervenciones no rutinarias de estudiantes.

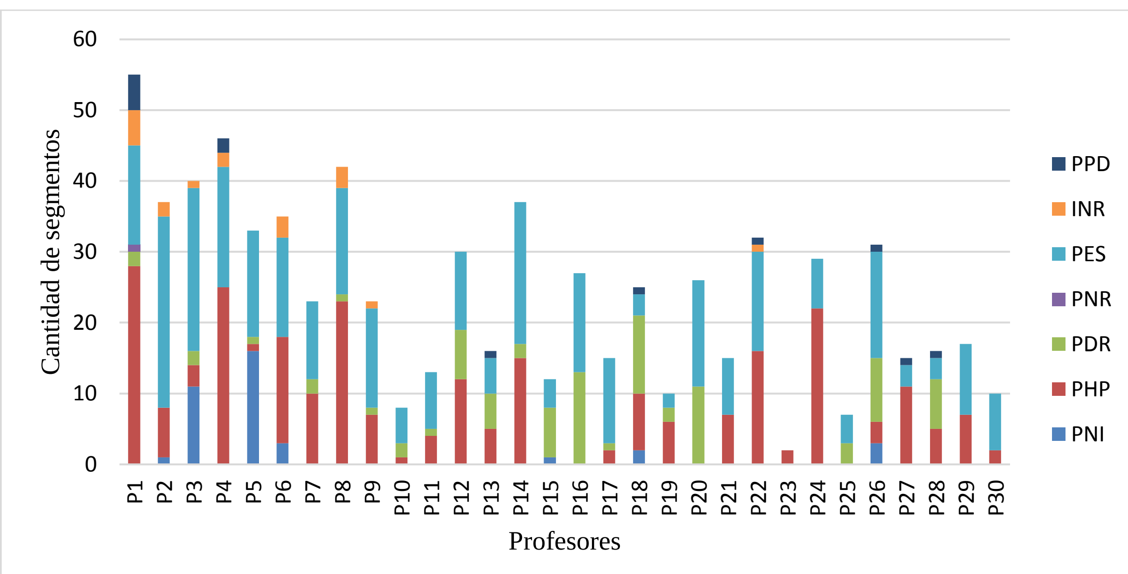


Gráfico 5.42: *Gestión de la clase cuando la actividad es Rutinaria.*

Los resultados por universidad, por otra parte, son similares, salvo algunos valores mayores de la U1 en relación a los obtenidos por las U2 y U3, por ejemplo en PES, PHP e ID. *La Tabla 5.43* muestra el detalle.

	ID	TI	TG	TGC	PNI	PHP	PDR	PNR	PES	INR	PPD
U1	109	62	59	0	31	120	11	1	155	17	7
U2	13	84	26	4	3	52	60	0	94	0	2
U3	54	67	25	2	3	75	19	0	72	1	4

Tabla 5.43: Dinámica y gestión de la clase por U cuando la actividad es Rutinaria.

En relación a las actividades no rutinarias, éstas solo se presentan en 11 de los 30 informantes. Los gráficos siguientes muestran la dinámica de trabajo utilizada y la gestión de la clase para los 11 profesores. En general se observa que cuando se trabajaron actividades no rutinarias, se realizó con una dinámica de trabajo individual de los estudiantes. Aunque en algunos profesores se evidencia una dinámica de trabajo grupal de los estudiantes (P5, P23, P26). En relación a la gestión de la clase, los docentes en su mayoría hacen preguntas y devuelven la responsabilidad cuando se trabajan actividades no rutinarias. Es posible destacar que sólo 4 de los 11 docentes entregan solución o procedimientos de resolución. Estos resultados evidencian un trabajo positivo en relación a la RP.

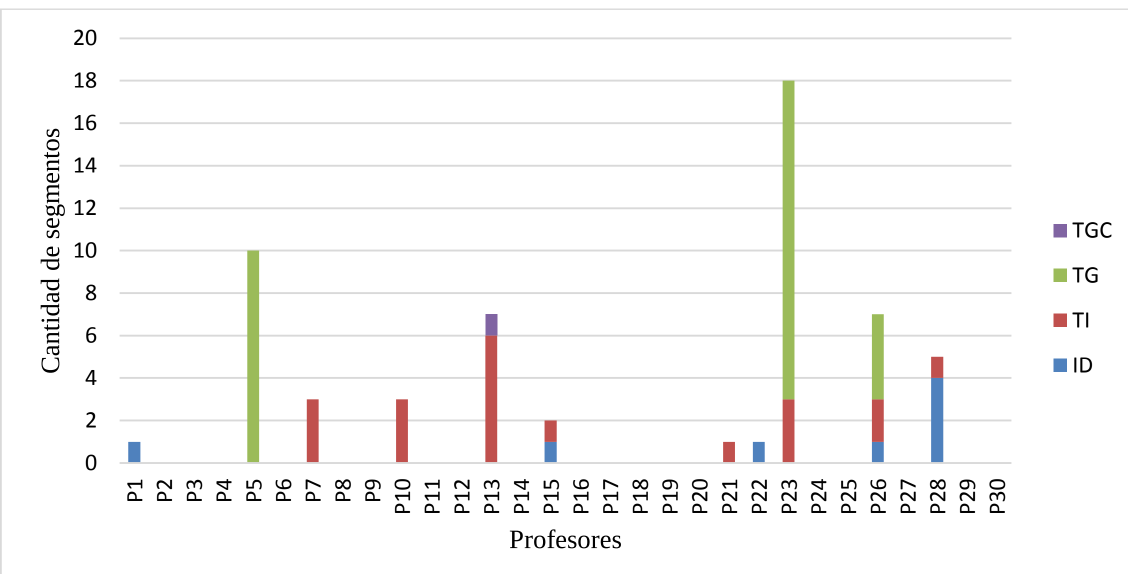


Gráfico 5.44: Dinámica de trabajo cuando la actividad es No Rutinaria.

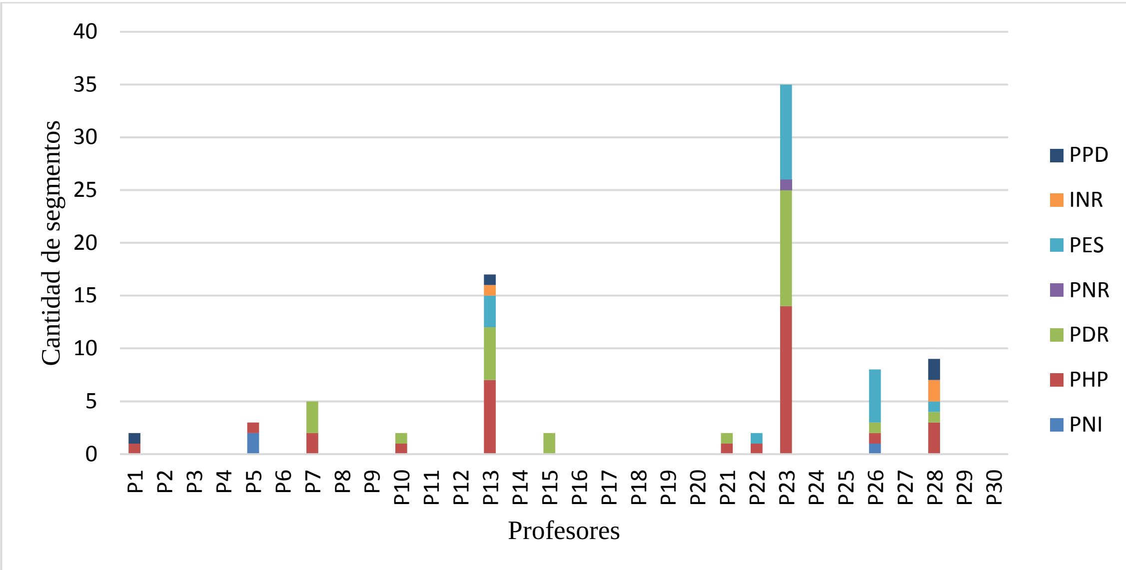


Gráfico 5.45: *Gestión de la clase cuando la actividad es No Rutinaria*.

Dada la poca cantidad de profesores que trabaja actividades no rutinarias en la sala de clases es interesante analizar si pertenecen a alguna de las universidades en particular. La *Tabla 5.46*, muestra las variables agregadas por universidad. En el *Gráfico 5.*45 se observa que 5 de los 10 profesores pertenecen a la U3, en la que se refleja un mayor trabajo grupal en las actividades no rutinarias.

	ID	TI	TG	TGC	PNI	PHP	PDR	PNR	PES	INR	PPD
U1	1	6	10	0	2	5	4	0	0	0	1
U2	1	7	0	1	0	7	7	0	3	1	1
U3	6	7	19	0	1	20	14	1	16	2	2

Tabla 5.46: *Dinámica y gestión de la clase por U cuando la actividad es No Rutinaria.*

Conclusiones

De los resultados anteriores, se puede concluir que las prácticas pedagógicas de los profesores nóveles del estudio, en general, están caracterizadas por:

- Una *dinámica de la clase* donde el *profesor(a) es el protagonista*. Hay muy poco tiempo dedicado al trabajo de los estudiantes, menos en equipo y a la discusión matemática en la clase. Cuando el profesor es el protagonista, éste plantea actividades matemáticas en su mayoría rutinarias, como de ejercitación. Gestiona su clase haciendo preguntas y entregando soluciones o procedimientos de resolución, esto es, establece la forma de hacer la actividad. Esto último y que sea quien lidera la clase, hace que se fomente menos la habilidad de RP en sus estudiantes.

- Este resultado se suma a que los profesores *gestionan su clase* haciendo *muchas preguntas a los estudiantes*, pero muchas veces *entregando soluciones* o elementos clave para resolver una tarea o problema. Esto podría explicar las *pocas intervenciones no rutinarias* de los estudiantes y las *pocas devoluciones de responsabilidad*. A pesar que se considera que hacer preguntas es una característica positiva, es indispensable hacer un análisis sobre la naturaleza de las preguntas, pues no es lo mismo hacer muchas preguntas que piden información directa a hacer muchas que piden fundamentos o explicaciones.

- Por otra parte, en el tiempo que los profesores destinan al trabajo de los estudiantes (trabajo individual, trabajo grupal) se realizaron en su *mayoría actividades rutinarias*, de hecho también en Instrucción directa el tipo de actividad fue rutinaria. Salvo algunas excepciones, provenientes en su mayoría de la U3 casi no hubo dedicación al trabajo de actividades no rutinarias, lo que indicaría un trabajo mecanizado de ejercicios.

A la luz de los resultados obtenidos sería posible concluir que las prácticas pedagógicas de los profesores observados ofrecen pocas oportunidades para que los estudiantes desarrollen la habilidad de resolver problemas.

5.1.5. Análisis de las producciones escritas (cuadernos, guías, controles y pruebas)

Tal como expone el documento técnico de las producciones escritas del estudiante (*anexo 05*), el proyecto plantea que *"se recopilarán y analizarán los cuadernos de un grupo de, a lo sumo, 3 estudiantes, elegidos por el profesor del curso"* y "*además, se realiza un estudio de los materiales utilizados por cada profesor en sus clases. Dicho material refleja lo que efectivamente se ha trabajado a lo largo del año escolar y será analizado en términos del tipo de tareas que propone a sus estudiantes"*. Esto último es relevante ya que este análisis se realiza como un complemento a la información obtenida en la observación de clases, mirando el tipo de tareas, pero además como un medio de control de la deseabilidad social (que los docentes hubiesen intencionado una clase RP en conocimiento de la investigación).

Dado esto, es que se decidió tomar un cuaderno de estudiante por docente. Este cuaderno fue entregado por el profesor a quien se le pidió que fuese uno completo y ordenado. La decisión de tomar un cuaderno, se fundamenta, además, en que para el objetivo planteado, el análisis de cuadernos adicionales brindará la misma información, en relación *al tipo de tarea*, pensando en que todos los estudiantes pertenecen a una misma clase, se les entregan las mismas guías y se les hacen las mismas pruebas y controles.

Como ejemplo, se han tomado dos cuadernos adicionales de estudiantes de los profesores P4, P6 y P7 y se han codificado tal como se explica en la sección *Análisis de las producciones escritas*. Al respecto se observa que el análisis de tres cuadernos brinda la misma información en los casos de P4 y P7, esto es, del total de problemas registrados en cada cuaderno, el 100% se ubica al medio de la unidad. En P6, el tercer cuaderno C3, presenta una diferencia de los otros dos cuadernos en cuanto a que hay un porcentaje de problemas que se ubican al final de la unidad.

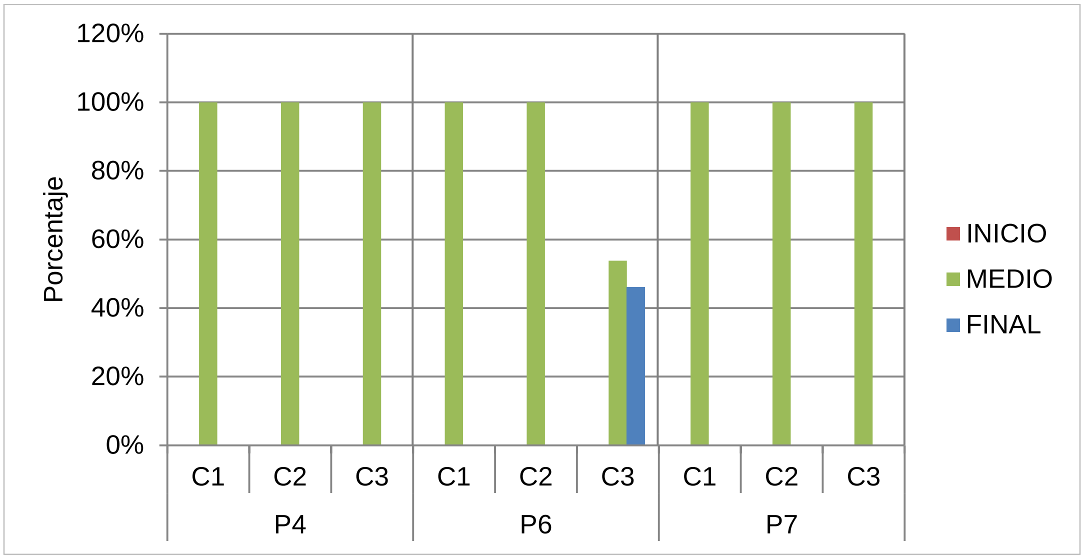


Gráfico 5.47: *Localización de los problemas.*

Por otro lado, en P4, los tres cuadernos son casi iguales en resultado, teniendo una diferencia del 1% entre porcentaje de problemas rutinarios y no rutinarios. En el profesor P6, en dos de los cuadernos C1 y C3, coinciden en que el 100% de los problemas es rutinario. Sin embargo, en el cuaderno C2, se encuentra que hay un porcentaje del 27% de problemas no rutinarios. Finalmente, en P7, al igual que en P4 los resultados son casi iguales, salvo que en uno de los cuadernos C1, no se registran problemas no rutinarios, cuando en C2 y C3, sí lo hay pero en muy bajo porcentaje (2%).

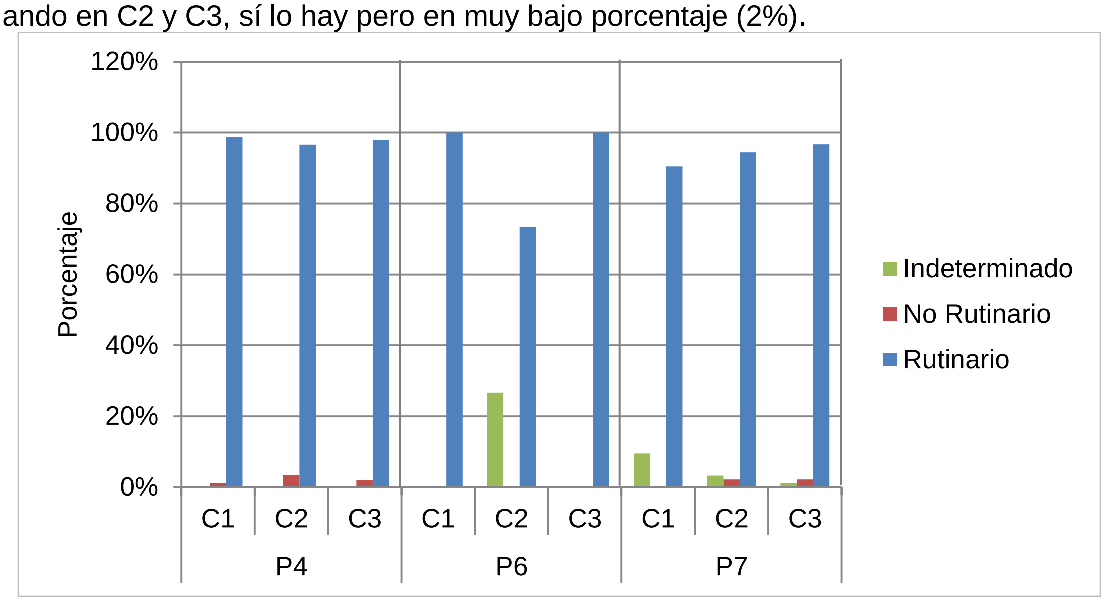


Gráfico 5.48: *Tipo de problemas.*

Y en cuanto a la existencia de trabajo colaborativo en los problemas, los tres cuadernos presenta el mismo resultado para P4 y P5 respectivamente. Por su parte, el cuaderno C2 de P6 presenta diferencias con los cuadernos C1 y C2, registrando un 13% de problemas con indicio de trabajo colaborativo.

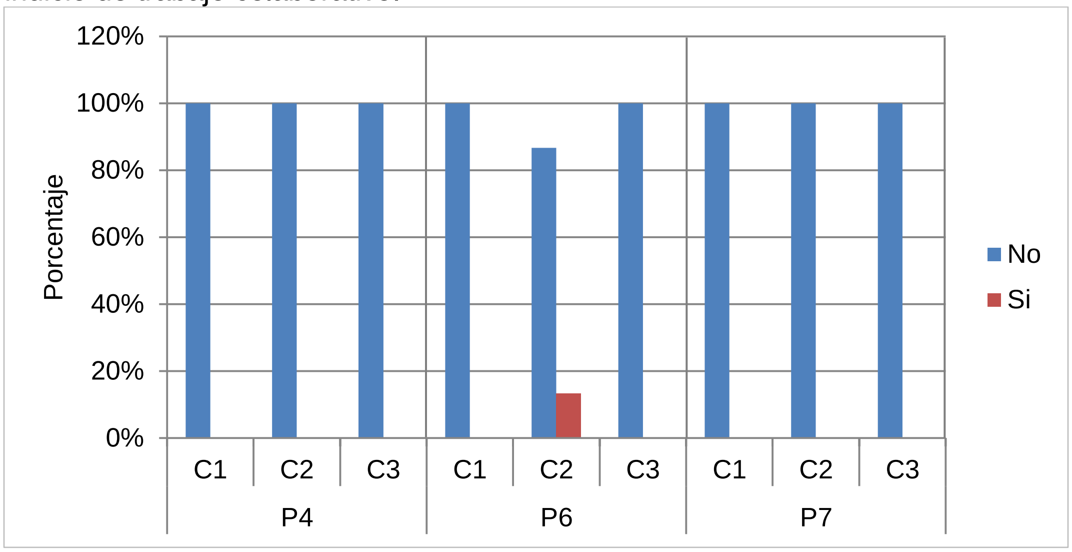


Gráfico 5.49: Indicios de trabajo colaborativo.

De esta manera, los tres cuadernos de cada profesor presentan el mismo tipo de información respecto a localización de problemas, el tipo de problemas y el indicio de trabajo colaborativo. La diferencia encontrada en el cuaderno de P6 podría explicarse en que si bien se entrega el mismo contenido y se copia de la misma pizarra, los estudiantes pueden diferir en sus anotaciones, copiando más cosas de las que están u omitiendo otras, lo que es un hecho natural y esperable y que no va en desmedro del objetivo de analizar las producciones escritas.

Así, de acuerdo a las decisiones teóricas y de objetivos y fines del proyecto y a la luz de los resultados anteriores, se mantuvo la decisión inicial de registrar el cuaderno de un único estudiante por profesor.

Análisis de las producciones escritas

Como se señala en el documento técnico (*anexo 05*) el material escrito del profesor y del estudiante que es analizado corresponde a: guías de ejercicios, controles y pruebas y un cuaderno de estudiante. Estas producciones fueron registradas desde la tercera sesión de clase observada retrocediendo hasta completar una unidad completa.

El cuaderno del estudiante, las guías, controles y pruebas fueron codificados utilizando una planilla Excel (pauta de codificación, *anexo 06*) diseñada con antelación y en relación a capturar el tipo de tareas que se propone a los estudiantes. Para ello, se consideraron tres variables: la localización del problema, el tipo de problema en cuanto a su rutinariedad y los indicios de trabajo colaborativo en los problemas.

Se codificaron todos los cuadernos y materiales, y se revisaron las planillas Excel de modo que no hubiese errores en la codificación.

Resultados: *Cuadernos*

En primer lugar, el contenido de la unidad que se observó en los 30 profesores corresponde en su mayoría al eje de álgebra. 17 profesores estaban tratando temas de este eje cuando fueron observados, 9 estaban viendo temas del eje números y 4 del eje de geometría. Ningún docente se encontraba haciendo clases de algún contenido del eje de datos y azar. Los cuadernos dan cuenta del trabajo en estos ejes. Esta información se puede observar en el *anexo 15*, donde también es posible notar que en la unidad anterior a la observada (hasta donde se registró el cuaderno del estudiante), 15 profesores trabajaron en contenidos del eje de álgebra, 12 docentes en el eje de números, 2 en el eje de geometría y un docente repasó contenidos de distintos ejes, incluido el de datos y azar.

A continuación, se presenta la localización de las actividades del total de 30 cuadernos analizados. En ellos, la mayoría de las actividades se presentan al medio de la unidad, luego hay un bajo porcentaje al final y aún menor al inicio.

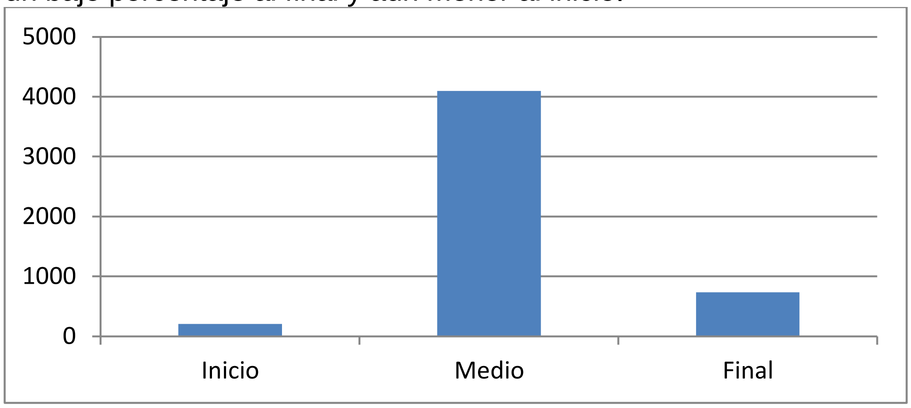


Gráfico 5.50: Localización de actividades

De los 30 cuadernos analizados, 4461 fueron codificadas como “rutinarias”, lo que en el marco de la investigación se corresponde con *ejercicios,* 217 fueron codificados como “no rutinarios”, lo que se correspondería con *problemas*, según el marco y 359 indeterminados. Este resultado es coincidente con lo que se obtuvo para el tipo de actividad matemática en la clase a partir de la pauta, en cuanto a que la mayoría del trabajo es rutinario (*Gráfico 5.51*).

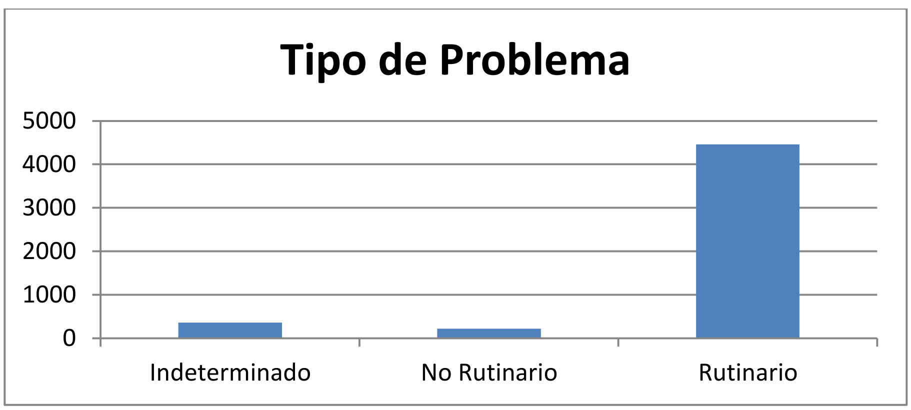


Gráfico 5.51: Tipo de actividades matemáticas presentes en los cuadernos

Por otra parte en ninguno de los cuadernos existe indicio de trabajo colaborativo, tal como se muestra en el *Gráfico 5.52*.

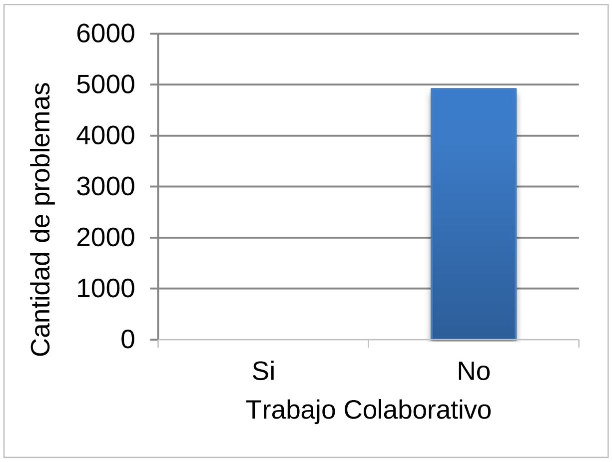


Gráfico 5.52: Indicios de trabajo colaborativo en total.

En cuanto a los resultados por universidad, la U2 presenta una mayor cantidad de actividades en los cuadernos de los estudiantes. Por su parte, los cuadernos de estudiantes de docentes de la U1 poseen menos actividades.

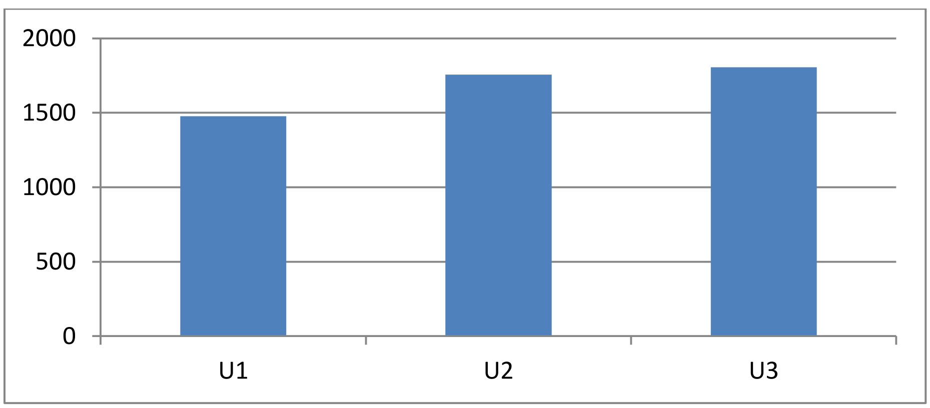


Gráfico 5.53: Cantidad de actividades por universidad.

La localización de las actividades por universidad, añadido a lo anterior, muestra la ausencia de actividades al inicio de la unidad en la U1. En general para las tres universidades, se presenta que la mayoría de las actividades está al medio de la unidad y luego más al final que al inicio.

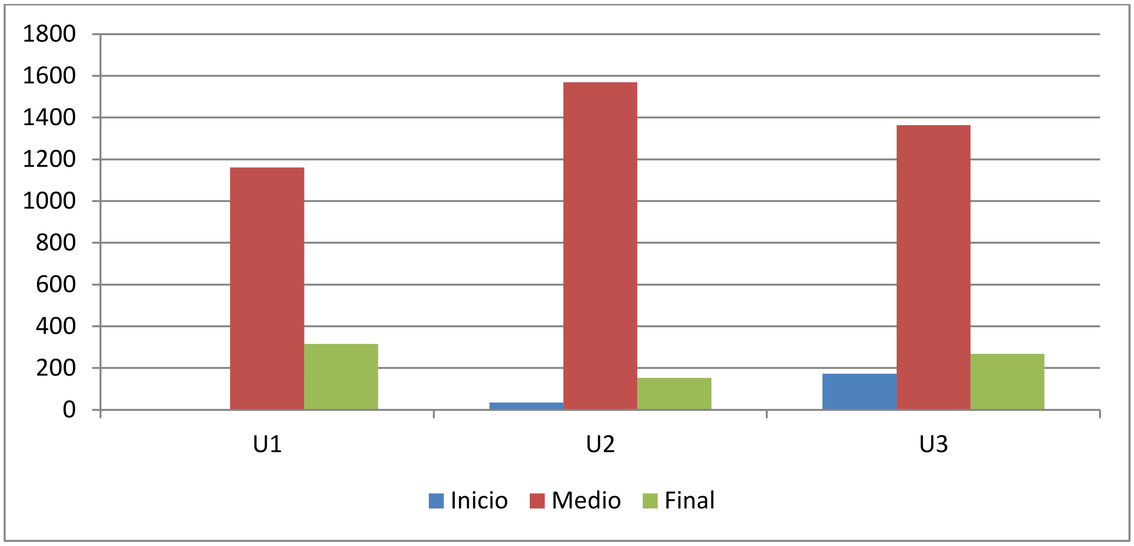


Gráfico 5.54: Localización de actividades por universidad.

Así, el *Gráfico 5.55*, muestra el tipo de actividades en los cuadernos de los estudiantes por universidad. En las tres U es posible notar una alta cantidad de actividades rutinarias (ejercicios) y una baja cantidad de actividades no rutinarias (problemas). Cabe señalar que la U3 presenta mayor cantidad de problemas, lo que concuerda con los resultados de la pauta en cuanto los docentes de la U3 presentaron mayor cantidad de trabajo de actividades no rutinarias.

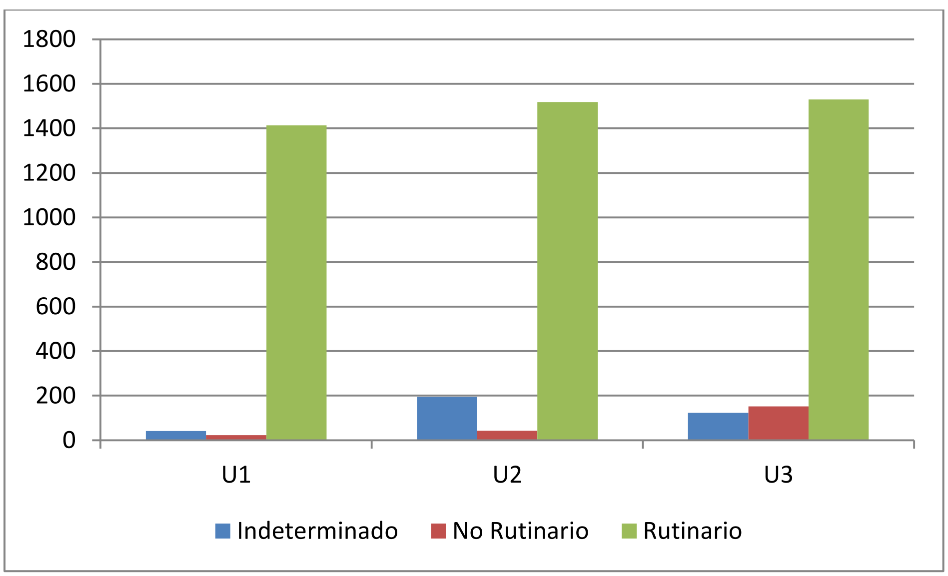


Gráfico 5.55: Tipo de actividades por universidad

Resultados: *Guías, controles y pruebas*

Al igual que los cuadernos de los estudiantes, fueron codificados guías, controles y pruebas. Estos documentos se analizaron en base a la cantidad de problemas en cada material, si el documento era repetitivo, si había sugerencia de trabajo grupal, de trabajo en clases y en casa, y en la similitud de los problemas, tal como se presenta en el documento técnico de las producciones escritas (a*nexo 05*). De los 30 profesores, se obtuvieron 76 guías, 25 controles y 53 pruebas, como muestra el gráfico siguiente.

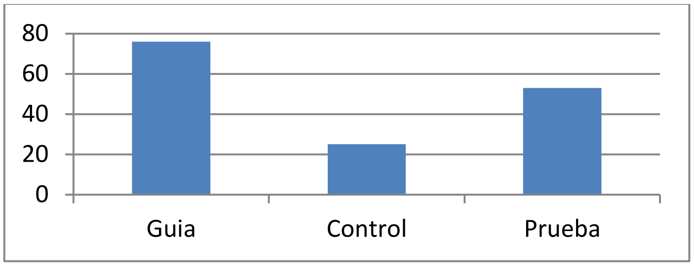


Gráfico 5.56: Tipo de material.

En cada uno de estos materiales se contabilizaron la cantidad de actividades. Fue en las guías donde se hallaron más, luego en las pruebas y finalmente en los controles. Algo esperable pensando en que las pruebas y controles son para realizar en uno o dos bloques de clases, por tanto tienen una cantidad limitada de actividades (*Gráfico 5.57*).

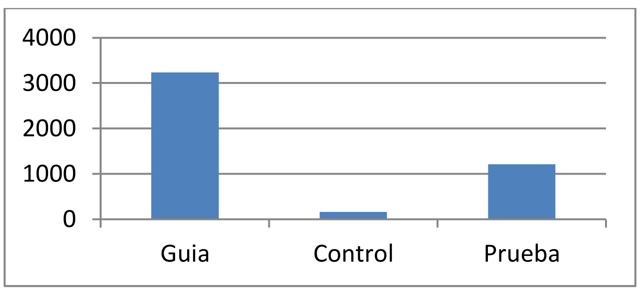


Gráfico 5.57: Actividades por tipo de material.

Estos materiales fueron bastante repetitivos, es decir, se presentaban actividades muy similares entre ellas.

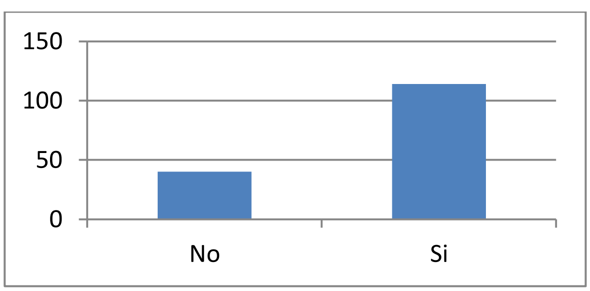


Gráfico 5.58: Documento repetitivo.

Por otro lado, como muestran los gráficos siguientes, hubo en el total de actividades recopiladas de estos materiales, muy poca sugerencia de trabajo grupal y de trabajo en casa.

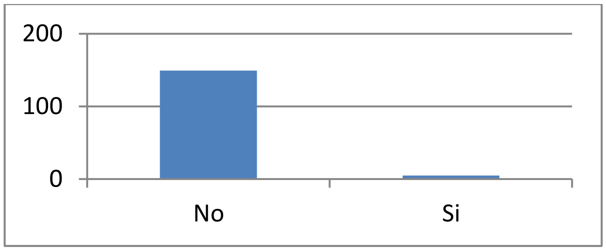


Gráfico 5.59: Sugerencia de trabajo grupal.

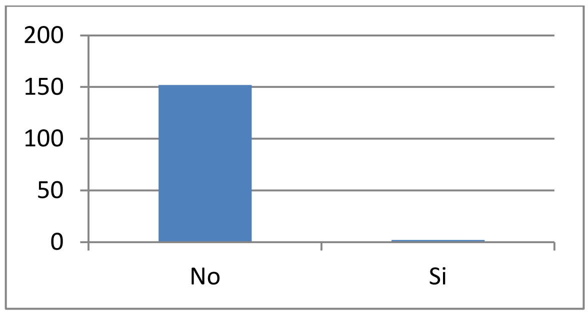


Gráfico 5.60: Recomendación trabajo en casa.

En cambio, sí hubo en estas actividades más sugerencia de trabajo en clases, como se presenta a continuación.

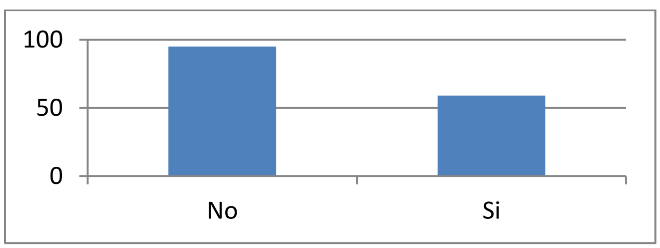


Gráfico 5.61: Recomendación trabajo en clases.

Ahora, los resultados por universidad muestran algunas diferencias. De los docentes de U2, se obtuvieron más guías que de las otras dos universidades. En relación a la cantidad de controles y pruebas estos fueron similares para las tres (*Gráfico 5.62*).

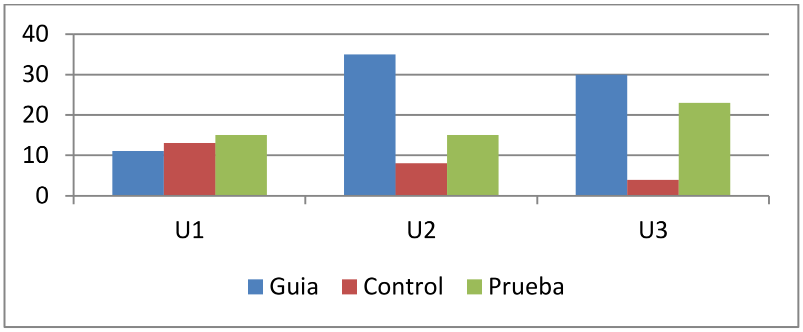


Gráfico 5.62: Tipo de documento por Universidad.

En cuanto a la cantidad de actividades en cada uno de los tres tipos de materiales, la distribución es similar en las tres universidades, evidenciando una mayor cantidad de actividades en las guías.

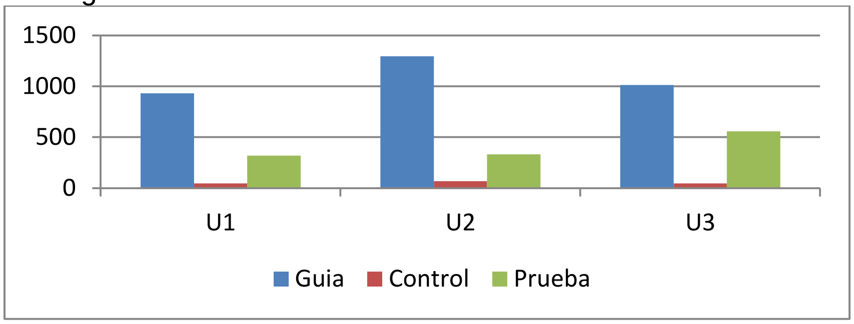


Gráfico 5.63: Problemas por tipo de documento por Universidad.

Es posible desprender también del siguiente gráfico que en las tres universidades hubo muy poca recomendación de trabajo en grupo en las actividades. Es posible notar en la U3 una leve cantidad de actividades en que se recomendó o indicó que se trabajaran en equipo. Esto tiene concordancia con lo que reflejan las prácticas de los docentes en cuanto reflejan muy poco trabajo grupal (*Gráfico 5.64*).

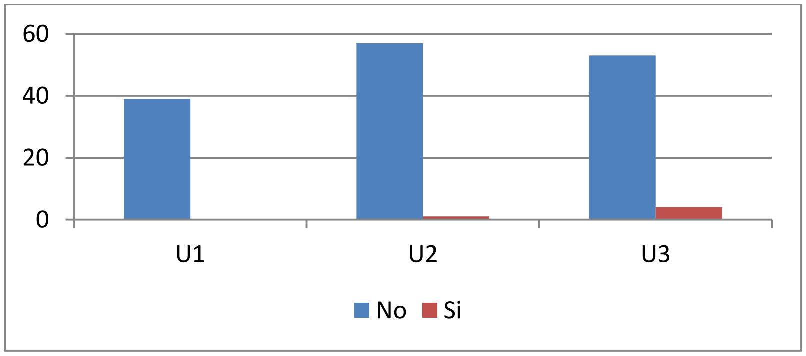


Gráfico 5.64: *Recomendación trabajo grupal por universidad.*

También se sugiere muy poco trabajar los problemas en la casa. Más bien, en varios de ellos se propone el trabajo en clases explícitamente.

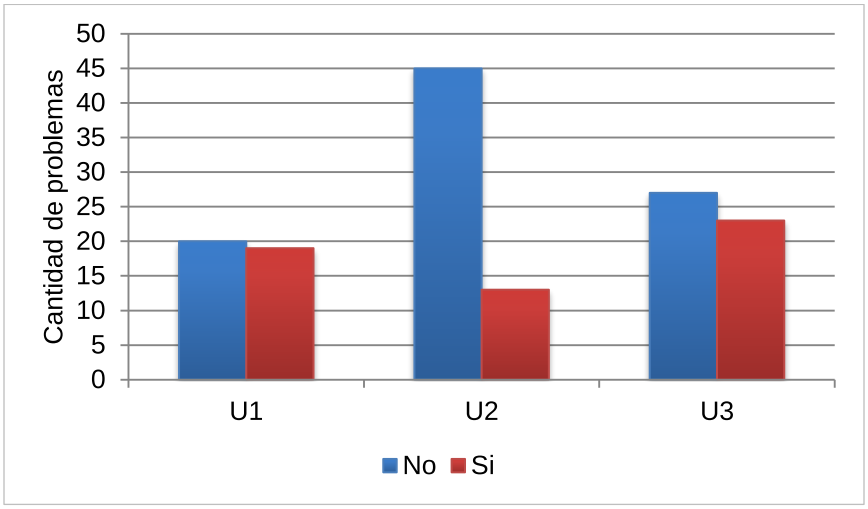


Gráfico 5.65: *Recomendación trabajo en clase por universidad*.

Finalmente, se detecta que las actividades de los materiales señalados, son muy similares a los que se encontraron en los cuadernos. Así lo muestra el gráfico siguiente por universidad. Salvo algunas actividades de la U1 la mayoría de las que se proponen en las guías, pruebas y controles son similares a los del cuaderno.

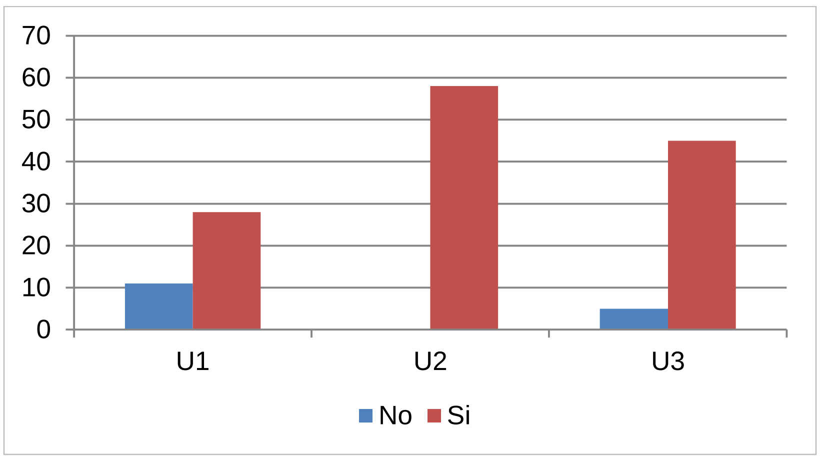


Gráfico 5.66: *Similitud de actividades por universidad.*

Conclusión

Los cuadernos de los estudiantes reflejan que del total de problemas codificados, el 83% son trabajados *al medio de la unidad*, el 88% *son rutinarios* y en *ninguno de ellos existe evidencia de trabajo colaborativo*. Lo que concuerda con los resultados anteriores respecto a que se evidencia un alto porcentaje de trabajo de actividades rutinarias. Por su parte el análisis de las guías y controles, nos indica que el 74% de estos documentos era repetitivo en sus actividades, solo en un 3% de éstos se sugirió trabajo grupal y un 89% tenía problemas similares a los del cuaderno.

Tales resultados son consistentes con lo que se observó en los docentes y en ningún caso se reporta una diferencia sustancial del tipo de actividad que se propone en las clases observadas y en la unidad anterior tratada.

5.2. Estudio cualitativo de las prácticas pedagógicas

La aproximación cualitativa que asume esta investigación busca contextualizar y entender con mayor profundidad algunos de los hallazgos obtenidos en el estudio cuantitativo. Tal como ha sido destacado por diversos autores, este enfoque permite aproximarse a los fenómenos complejos "desde el interior", es decir, analizando con mayor profundidad las visiones, experiencias e interacciones de los actores en sus contextos específicos (Flick, 2004; Taylor y Bogdan, 1994).

En línea con dicho enfoque, esta fase persigue dos propósitos. Por una parte, caracterizar las prácticas pedagógicas en relación con la resolución de problemas, enfatizando especialmente la diversidad de formas de enseñar que es posible detectar en un grupo de docentes. En este sentido, resulta relevante encarnar en prácticas concretas de los docentes los hallazgos descritos en el estudio cuantitativo: ¿Qué sucede en las aulas cuando se enseña matemática? ¿De qué manera los docentes enfrentan situaciones habituales como el error o la pregunta de un estudiante? ¿Hay diferencias en las prácticas de estos docentes? En segundo lugar, identificamos dentro de lo observado, cuáles son aquellas prácticas de enseñanza que mejor promueven la resolución de problemas matemáticos y de alguna manera están alineadas a la mirada que asume esta investigación[14]. Es decir, buscamos indicios de decisiones docentes que facilitan en sus alumnos el aprendizaje de las matemáticas desde una perspectiva de la resolución de problemas.

Para abordar estos propósitos el diseño cualitativo se organiza atendiendo a las características específicas de un *Estudio Instrumental de Casos* (Sandín, 2003; Stake, 1998). Este tipo de diseño resulta pertinente para explorar la variedad y multidimensionalidad presente en situaciones específicas capturando la complejidad que anida en ellas. De allí que el producto esperado en este tipo de estudio sea la descripción densa de un foco particular (en este caso, la enseñanza de las matemáticas y el papel que juega en ella la resolución de problemas) en un grupo concreto de casos seleccionados intencionadamente (una submuestra seleccionada de los participantes del estudio cuantitativo).

Para describir las prácticas de los 8 docentes elegidos para hacer este estudio (sección 4.2), la mirada se focaliza en las observaciones de clase, específicamente la tercera clase de cada profesor. Dicha instancia fue grabada en audio y video. El material que fue objeto de análisis estuvo compuesto por episodios de la clase donde hubiese una interacción explícita entre profesor y estudiante (dinámica de trabajo, gestión de la clase y tipo de actividad realizada). De este modo, el corpus se construye sobre la base de ocho transcripciones, una para cada caso, focalizadas en las interacciones entre profesor y

[14] Nos referimos al enfoque de Resolución de Problemas que adopta esta investigación y los rasgos de las prácticas de enseñanza que lo propician. Ello se encuentra desarrollado tanto en el marco conceptual del estudio como en el diseño de los instrumentos, en particular, la pauta de observación de clases.

estudiantes asociadas particularmente a la presencia/ausencia de indicadores que resultaban más relevantes para el estudio: las preguntas que hacen los docentes, eventuales formas de devolver la responsabilidad, reacciones frente al error, entre otras. El siguiente es un ejemplo de transcripción de un episodio específico:

Simbología: P: Profesor / A: Alumno o Alumna / OA: Otro alumno / VA: Varios alumnos a la vez **Caso: P1**
P: Chiquillos, si yo tengo que multiplicar a por b más c cómo tenemos qué hacerlo: distribuimos ¿qué significa eso? que podemos multiplicar a por b y luego a por c, ab más bc, a eso nos referimos, a eso nos referimos con la propiedad distributiva, se distribuye la multiplicación dependiendo de cuántos factores tengamos dentro del paréntesis, ahora ¿por qué se puede hacer esto Fabiola? te voy a dar un ejemplo para que te convenzas de por qué se puede hacer esto, a ver (se dirige a la pizarra y anota) supongamos que tenemos 9 x 5 más 3 ¿cuánto es 5 más 3? *A: 8* *P: ¿y 5 x 9?* *A: 72* *P: ¿Cierto? Generalmente hacemos eso pero lo que yo quiero comprobarte Francisca es si la propiedad distributiva realmente funciona en los números. Vamos a hacer esto, miren, si usamos la propiedad distributiva deberíamos tener también el mismo resultado (conecta números en la pizarra) ¿9 x 5?* *A: 45* *P: ¿Y 9 x 3 Gerson?* *A: 27* *P: ¿Si sumamos ambas cantidades cuánto resulta?* *VA: 72*

Estrategia para el análisis

El estudio siguió los principios propios de un análisis cualitativo de estudio de casos y utilizó como apoyo el programa de análisis cualitativo Atlas. Ti. Mediante procedimientos inductivos y deductivos se levantan una serie de categorías que responden a la pregunta ¿Qué hace el profesor cuando ocurren ciertos episodios típicos? Para lograrlo se realizan comparaciones intra-caso e inter-caso guiados por la pregunta ¿cuál es la diversidad que se observa al interior de cada uno de ellos? y ¿cómo varía entre distintos profesores? Buscamos en estos procedimientos la interpretación directa de los casos individuales y a la vez la visión del conjunto (Stake, 1998). La calidad del procedimiento se resguardó mediante la doble codificación, es decir, dos investigadoras analizaron de manera independiente y posteriormente discutieron y consensuaron las categorías definitivas. Finalmente, seleccionamos fragmentos de clase para ilustrar las categorías encontradas, poniendo especial atención en aquellos episodios que reflejan prácticas docentes que promueven la resolución de problemas no rutinarios.

Principales Hallazgos

Tal como lo señalamos al comienzo de este apartado, el estudio de casos es un tipo de diseño útil para realizar descripciones detalladas de prácticas docentes. Para hacerlo, identificamos los roles y estrategias de cada uno de los profesores a lo largo de la clase. Específicamente, ¿De qué manera organiza la clase?, ¿Qué tipo de preguntas realiza?, ¿Cómo reacciona frente al error de un estudiante? ¿De qué modo enfrenta las preguntas de los estudiantes? ¿Quién valida el saber en el aula y señala cuál es la respuesta correcta? ¿Qué tipo de preguntas hacen sus estudiantes? A partir de este grupo de interrogantes se presentan dos tipos de hallazgos. En primer lugar, caracterizaremos la variedad de decisiones que toman los docentes analizados en relación a dos dimensiones claves de la investigación: la dinámica del trabajo y la gestión de la clase.[15] En segundo lugar, seleccionamos cuidadosamente aquellas prácticas observadas entre los docentes que impulsan el aprendizaje de las matemáticas desde la perspectiva asumida por el estudio, como un proceso constante de resolución de problemas y una presencia fuerte de actividad no rutinaria en el aula.

5.2.1. Caracterización de la diversidad de prácticas pedagógicas en las clases de matemáticas observadas.

Dinámicas de trabajo en la sala de clases

Nos referiremos en este apartado a los modos de organizar el trabajo de los estudiantes, el tipo de recursos que se utiliza y el modo de iniciar la clase. Al respecto, se distinguen algunos elementos comunes y otros diferenciadores entre los docentes de la muestra.

Las formas de comenzar la clase de matemáticas reflejan enfoques diferentes. Esto ha sido estudiado y relevado por cuanto ofrece posibilidades de conexión y continuidad entre clases, particularmente cuando se aspira al aprendizaje de contenidos de mayor complejidad matemática (por ejemplo, ecuaciones o reducción de raíces) en donde los estudiantes requieren poner en acción un conjunto de saberes previos, necesarios para comprender los nuevos. En este sentido, las clases se inician *reponiendo* o recuperando el trabajo de clases anteriores o bien los docentes comienzan *sin preámbulos*, desarrollando el tema de la clase específica. En el primer caso, ¿quién y cómo se produce la recuperación? Los docentes adoptan dos maneras muy diferentes. Unos, asumiendo el protagonismo, sintetizan la clase anterior y explicitan el objetivo de la sesión. Otros en cambio, asignan esa misión a los propios estudiantes, mediante preguntas abiertas y dirigidas.

En cuanto a las formas de organización, resulta transversal el *trabajo individual* de los estudiantes y la enseñanza directa por parte del profesor. Esto es, la dinámica del aula se concentra en el relato, las explicaciones y demostraciones del docente y un segundo momento con el trabajo individual (y generalmente de aplicación) favoreciendo escasamente el intercambio entre alumnos con propósitos de aprendizaje matemático. Ello se corrobora en la altísima proporción de Instrucción Directa, que aparece evidenciada en el estudio cuantitativo. Así también, se observa un fuerte uso del pizarrón:

[15] Esto se vincula a la caracterización de las prácticas de los docentes en el estudio cuantitativo y los indicadores relevados por la pauta de observación: preguntas del profesor, profesor devuelve o no la responsabilidad, profesor impulsa actividad rutinaria o no rutinaria.

para *resolver ejercicios difíciles* en conjunto, *aclarar dudas* de los estudiantes, o bien para *hacer demostraciones*.

Las preguntas de los profesores en clases ¿Cuándo, para qué, de qué tipo?

Dentro de los casos analizados constatamos importantes diferencias en el tipo, momento y función de las preguntas que hacen los profesores. Recordemos que los hallazgos del estudio cuantitativo (observación de clases) mostraron que los docentes en su gran mayoría formulan preguntas en una importante proporción. Sin embargo, la práctica sostenida de realizar preguntas en el aula a propósito de los contenidos, aunque parece ser en sí misma beneficiosa para los niños, no asegura una participación o incorporación activa de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas. Diversos episodios a lo largo de las clases observadas reflejan que la *naturaleza de la pregunta del docente* puede impulsar respuestas mecánicas, repetitivas, que demandan poca elaboración y razonamiento, o bien generar comparaciones, relaciones, búsqueda de nuevas estrategias, metacognición, razonamiento deductivo y una comprensión más profunda de los contenidos matemáticos.

Algunas promueven el establecimiento de relaciones y estimulan habilidades de resolución de problemas, argumentación y representación. Son preguntas de naturaleza *argumentativa* (¿por qué?, ¿cómo se justifica?), *comparativas* (¿es lo mismo esto con esto?, ¿cuáles son las diferencias?) o que impulsan el análisis y aplicación de *estrategias* (¿se puede hacer de otra forma?, ¿cómo lo hiciste?).

Caso: P1
*Alguien se acuerda como lo hacían para comparar estas fracciones**, ¿tenían técnicas para hacerlo?***
A: Mínimo común múltiplo
OA: Pasándolo a decimal
P: Aparecieron 2 cosas, usted dice mínimo común múltiplo y usted dice pasándolo a decimal ¿cómo lo hacían utilizando el mínimo común múltiplo?
VA: Se igualaban…
P: ¿Qué igualaban?
A: Los denominadores
*P: Un minuto para que lo hagan con el mínimo común múltiplo, **veamos si les resulta***

Ejemplo n°1: Preguntas que promueven la formulación de estrategias

Caso: P12	**Caso P1**
P: (resolviendo ecuaciones) ¿Cuál es más grande, el menos 2 o el menos 1? *VA: El menos 1* *P: ¿Por qué?* *VA: Porque está más cerca del cero*	*P: ¿Es lo mismo raíz de 6 por dos que 2 por raíz de 6?* *VA: Sí* *P: ¿Por qué?* *A: Porque es una propiedad conmutativa*

Ejemplo n°2: Preguntas que buscan la argumentación matemática

Sin embargo, en las aulas también circulan preguntas que generan reacciones de otra naturaleza. Encontramos una fuerte presencia de preguntas *cerradas* que suelen requerir una respuesta corta del estudiante, vinculada directamente a algo que el propio docente está demostrando o que está a la vista y no requiere mayor elaboración.

Caso: P24
P: ¿Cuáles son las variables?
VA: máquinas y días
P: Máquinas y días. ¿Necesitaré más máquinas o menos máquinas?
VA: ¡Más! (gritando)
P: Más máquinas para trabajar en menos días. ¿Es directa o inversa?
VA: Inversa

Ejemplo n°3: Profesor realiza preguntas cerradas

También abundan *preguntas falsas* o de clausura, donde es el propio docente quien hace y responde a la vez su pregunta sin dejar espacio a la reflexión de los estudiantes, anticipándose a ésta con la respuesta inmediata.

Caso: P24
P: Si la multiplicación no me da lo mismo y la división no me da igual, ¿qué significa? Que no hay proporción.

Caso: P20
P: ¿Por qué te sabes el 16? Porque es calculable esa raíz… sería 4 raíz de dos, ahora, el principio que trabajamos acá de reducción de términos semejantes lo vamos a llevar ahora a las raíces ¿cuál sería aquí el símil del factor literal?: la raíz…. (explica)

Ejemplo n°4: Preguntas Falsas (Clausura)

Otro tipo de preguntas observadas son las *recordatorias* (¿Qué hicimos en el ejercicio de ayer?, ¿qué características tenía el ejercicio de ayer?) que, según cómo sean mediadas por el docente pueden ser respondidas de manera mecánica o bien pueden servir para conectar conocimientos previos o actividades anteriores.
También los docentes realizan muchas preguntas *procedimentales* (cómo se suman fracciones, cómo reducir términos semejantes, simplificar), que también, pueden mostrar un nivel de mayor o menor exigencia al estudiante según sea el contenido al que aluden, cómo son formuladas y cuánto espacio deja el docente para que sean abordadas por los alumnos. De alguna manera, algunas de estas preguntas pueden llegar a ser similares en su naturaleza a las preguntas cerradas.

Caso P2
P: …Cuando yo tenía los datos en una tabla, ***¿cómo podía corroborar que estaba ante una proporción directa?***
VA: ¡Dividiendo!

Caso P24
P: Si yo tengo en el consecuente el 8 y necesito que me dé 2. ***¿Cómo lo puedo plantear como ecuación?*** *Fíjense acá. Yo tengo 12 dividido 6 y esto me dio 2 en la primera la razón. Es porque estoy comparando el 12 es a 6 [...] ¿Quién va aquí?*

A: 16
P: 16, ¿Cómo lo hicieron?
A: Multiplicando por 2
P: Multiplicando por 2. Están haciendo una ecuación.

Ejemplo n°5: Preguntas procedimentales que demandan distintos tipos de respuesta

Un hallazgo interesante es haber observado que un mismo profesor puede utilizar diferentes formulaciones a lo largo de su clase. Sin embargo, aunque las preguntas cerradas estén presentes en el repertorio de la mayoría de los docentes analizados, no ocurre lo mismo con aquellas preguntas que devuelven la responsabilidad al estudiante y estimulan habilidades más complejas. Es decir, sólo algunos docentes muestran un *equilibrio* entre preguntas para relacionar y argumentar con preguntas para recuperar información y aplicar procedimientos. Veremos más sobre estas prácticas en la segunda parte del análisis.

Las respuestas de los profesores frente al error, una duda o el silencio de sus estudiantes

De los casos estudiados, observamos diferencias interesantes que ofrecen una panorámica de las prácticas más habituales frente a estas situaciones. Atendiendo a los ejes del análisis realizado a partir de la Pauta de Observación, buscamos caracterizar las reacciones de los docentes cuando sus estudiantes realizan preguntas, cometen algún error o bien no responden frente a una demanda en particular. Recordemos que del total de la muestra se registran porcentajes muy bajos de docentes que Devuelven la Responsabilidad y, a su vez, un alto número de intervenciones donde ellos Entregan Soluciones. En efecto, los docentes optan por *corregir* o bien por *devolver la responsabilidad* al estudiante mediante preguntas de *comprobación, argumentación*, entre otras, sin sancionar el error. Veamos.

La decisión más común entre los docentes estudiados es que enfrentan el error indicándolo inmediatamente y entregando a continuación la respuesta acertada. El tiempo transcurrido entre la equivocación del estudiante y la reacción del docente suele ser muy breve. Los docentes consideran importante reaccionar rápido.

Caso: P 2
P: ¿Hiciste los productos notables o no?
A: (silencio)
P: Pero ese, ¿cómo se resuelve?
A: Ese por ese, después ¿ese por ese?
P: Eso ***no es producto notable, eso es hacerlo por multiplicación***
A: ¿Ese por ese y ese por ese? (señalando en su cuaderno)
P: ***No po' Juan, el producto notable significa que tú lo miras primero****… (comienza a hacer el ejercicio paso por paso, en el cuaderno del alumno)*

Caso: P26
P: Lo que nosotros vamos a hacer es construir un triángulo equilátero. ¿Qué significa que sea un triángulo equilátero?
A: Ehhhh
P: ***¿Qué características tiene un triángulo para que se llame equilátero?***
A: Que tiene...4 lados. No sé.
P: **No, porque es un triángulo, no puede tener 4 lados.**
A: No sé, se me olvidó.
P: Se te olvidó. Equilátero es que tiene sus tres lados congruentes, de igual medida.

Ejemplo n°6: Frente al error el docente lo indica y corrige

Otros docentes en cambio resisten a la tentación de dar la respuesta inmediatamente. Más bien impulsan la discusión a partir de un error y con múltiples maneras devuelven la responsabilidad a los estudiantes para definir qué hacer y determinar si la respuesta es o no acertada. Profundizaremos en este punto en la segunda parte del análisis, a continuación un ejemplo que lo ilustra.

Caso P1
P: …aquí mi compañero (refiriéndose al alumno que aún está trabajando en el ejercicio 3) está sufriendo mucho… 2 raíz de 5 está bien, ahora piense en el 108…(allí el alumno presenta un error)
A: 54
P: ¿Nos sirve 54 o no?
OA: No
P: Pensemos…
A: 27
P: 27 x 4
MA: No, mentira
OA: 36 x 3…
P: ¿Quién dijo eso? ¿Cómo fue eso Francisca? dilo de nuevo
MA: 36 x 3
P: (Mirando con expresión de duda a los alumnos) ¿36 x 3…? (luego le pregunta al niño que está junto a él en la pizarra) ¿será 36 x 3 = 108?
A: … (se encoge de hombros)
P: Hágalo pues, ¿será 36 x 3 = 108?

Ejemplo n°7: Frente al error el docente devuelve la responsabilidad

Pero no sólo el profesor realiza preguntas. También lo hacen los estudiantes. Constatamos el papel variable que asume el alumno, y en particular, la naturaleza de sus preguntas y solicitudes. En sintonía con las observaciones realizadas en la fase cuantitativa, analizamos con mayor detalle las intervenciones de los estudiantes como *rutinarias* y *no rutinarias*.

Caso P20 *A: Tío, ¿cómo se hacía con multiplicaciones?* *P: Hay que multiplicar por el inverso del otro que está acá. En el caso de acá, que son números enteros, es uno partido por el número que está acá. Por ejemplo, aquí que es 2, multiplico por ½, si es 3, multiplico por 1/3.-* *A: Tío, ¿y en resta?* *P: La resta está considerada dentro de las adiciones.* *A: ¿Es lo mismo?* *P: Si, porque usted está sumando o restando números enteros.*

Ejemplo n°8: Pregunta rutinaria del estudiante y respuesta rutinaria del profesor

También aquí, las formas de abordaje que utilizan los docentes muestran enfoques diferentes. Como se aprecia en el ejemplo a continuación, encontramos patrones en las dinámicas de aula: en aquellas clases donde se enfatizan preguntas en que el docente devuelve la responsabilidad a sus estudiantes, fue más común la presencia de preguntas no rutinarias de sus estudiantes (*Por ejemplo, ¿por qué se hace así?, ¿y si fuera de este otro modo?, ¿eso vale para todos los casos?*). No obstante, también los docentes responden de manera cerrada a preguntas no rutinarias. Veamos las siguientes situaciones:

Caso P1 Profesor Devuelve la Responsabilidad	**Caso P2 Respuesta directa del profesor**
P: 3 raíz de 2 (anota en la pizarra) y se acabó el problema *A: **¿Ahí no hay que resolver las raíces?*** *OA: ¡No poh, si no se puede!* *P: **¿Cómo podríamos resolver las raíces Fabiola?** Si tú sabes, tú me enseñas… (espera respuesta)* *MA: Por eso es que le estoy preguntando* *P: ¿Pero cómo podríamos hacerlo?* *A: Multiplicando* *P: ¿Multiplicando qué? Se acuerdan que ayer dijimos… ¿podemos llegar a esta deducción de raíz de 6?* *VA: No* *P: **¿Por qué no? ¿Se acuerdan? (espera en silencio)*** *A: Porque tiene diferente índice* *P: ¿Qué piensa de eso el resto?*	*A: ¿Y qué pasa cuando hay solamente una x al cuadrado?* *P: Es que en este tipo de ejercicios no puede pasar porque tienen que simplificarse, lo que pasa es que ahí se te olvidó poner x cuadrado, porque tenías 12x por 12x, 144…*

Ejemplo n°9: Pregunta No rutinaria del estudiante y diversas respuestas del profesor

Algo similar ocurre cuando los estudiantes dan muestras de “no entender” o guardan silencio frente a una solicitud del profesor. En estos casos los docentes actúan de manera diversa. Algunos optan por repetir, es decir, el docente vuelve sobre lo mismo. Otros apelan a los conocimientos previos de los estudiantes, ya sea recuperándolos o, adicionalmente, conectando esos conocimientos (*esto tiene que ver con esto otro, esto que ustedes ya saben sirve para esto otro*). También algunos docentes deciden *ejemplificar*, ya sea utilizando un caso similar o bien recuperando situaciones o ejercicios anteriormente trabajados con los estudiantes. Asimismo, hay docentes que eligen devolver la responsabilidad al estudiante mediante las preguntas que hemos descrito en los apartados anteriores.
En suma, cada una de estas formas tiene consecuencias diferentes sobre el aprendizaje de los estudiantes. Algunas prácticas favorecen el uso del error como herramienta pedagógica, devolviendo la responsabilidad a los estudiantes y analizándolo. Otros optan por señalarlo rápida y directamente corrigiendo el desempeño muchas veces sin mayor justificación. Aunque ambas formas de abordar estas situaciones se presentan en la mayoría de los docentes, cada docente reflejó cierta predisposición hacia una u otra manera. Es decir en los docentes hay cierto “sello” que distingue su manera de guiar la clase de matemáticas.

Formas de los profesores para validar las respuestas/soluciones de los estudiantes.
¿De qué modo y quién confirma al estudiante que lo que ha hecho o piensa es correcto? En la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas lo que haga el docente al respecto marca diferencias importantes en las oportunidades que ofrece a sus alumnos para desarrollar la habilidad de resolver problemas. Podría suponerse que frente a una pregunta del profesor y una respuesta acertada de los estudiantes el ciclo de interacción culmina. Esto no es así en todos los docentes observados. Constatamos que lo sucedido a continuación tiene repercusiones para la apropiación del estudiante de los contenidos y habilidades matemáticas y particularmente su autonomía para abordar el trabajo de resolución de problemas. Veamos el siguiente episodio:

Caso P1
P: Típico… es correcto lo que dijo la señorita Francisca Tapia, 36 x 3 es 108 (ahora al grupo) y la raíz de 36 es conocida ***¿cierto?***
A: 6
P: Entonces esto es 6 por raíz de 3, ahora jóvenes la pregunta es: ***¿puedo hacer algo más en ese problema?***
VA: No
VA: Sí
P: ¿Qué dices tú Fabiola?
A: No
P: ¿Por qué no?
MA: Porque son diferentes factores
OA: Son chanchos con ovejas
P: Claro, esto es raíz de 3 y este es raíz de 5, tienen igual índice pero distinta base, recuerden: las raíces son potencias, no podemos sumar ahí, son distintas bases.

Ejemplo n°10: El docente confirma el saber a través de los alumnos

A diferencia de la situación anterior, donde el docente da espacios para que sean sus propios estudiantes los que van decidiendo si sus alternativas de respuesta son o no correctas, una respuesta muy habitual observada fue la *confirmación por parte del profesor* de la veracidad o ajuste de la respuesta.

Caso P12
P: ¿Cuáles son las variables?
VA: máquinas y días
P: Máquinas y días. M y D.
P: ¿Cuántas máquinas? Bernardo. Necesito máquinas para hacer el trabajo en 15 días, ¿necesitaré más máquinas o menos máquinas?
OA: ¡Más! (gritando)
*P: **Más máquinas para trabajar en menos días**. ¿Es directa o inversa?*
T: Inversa
*P: **Inversa.** ¿Cómo se multiplica? **Derecho**. Planteemos la ecuación.*

Caso P2
P: Por ejemplo en este caso noten que tengo un número que está elevado al cuadrado y que es igual a "a" En este caso ¿"a" tenía condiciones?
A: Sí
*P: **Cierto, es igual a un número al cuadrado** ¿cómo tiene que ser su signo?*
A: Positivo
*P: **Positivo, verdad***

Ejemplo n°11: El docente es el único actor que confirma lo acertado o no de una respuesta

En estos casos, quien tenía el "poder" del conocimiento al validarlo fue siempre el profesor y rara vez o nunca el estudiante. Particularmente en este aspecto, esto puede verse en micro-situaciones propias de una interacción habitual en la sala de clases y que del mismo modo han sido relevadas por la investigación sobre la enseñanza.

5.2.2. Prácticas observadas que podrían desarrollar la habilidad de Resolver Problemas

Dentro del Estudio de Casos, identificamos las prácticas de enseñanza que mejor promueven la resolución de problemas y se encuentran en sintonía con el enfoque sobre la enseñanza y el aprendizaje en matemáticas al que adhiere esta investigación y muchas de las propuestas curriculares actuales del campo educativo. Buscamos en nuestros casos preguntas, decisiones, reacciones, respuestas y silencios de los docentes que de una u otra forma promueven en sus estudiantes habilidades matemáticas de mayor complejidad y mejor vinculadas a lo que significa *hacer matemáticas*. Así, encontramos cinco rasgos de "buenas prácticas" que a continuación detallaremos a través de diversos episodios de clase que ilustran las decisiones docentes.

a) El docente realiza preguntas que requieren análisis por parte de los estudiantes.

Uno de los parámetros relevantes de observar en las prácticas docentes dice relación con su capacidad para guiar la enseñanza mediante preguntas. Hacerlo a lo largo de la clase es un factor que ha sido destacado por la literatura como clave para el desarrollo de la resolución de problemas matemáticos. Sin embargo, como se mostró en el apartado anterior, no cualquier pregunta supone un desafío para el estudiante ni garantiza que éste movilice sus conocimientos o impulse la búsqueda de nuevas estrategias.

Para que esto ocurra, algunos profesores y profesoras realizan preguntas que promueven el establecimiento de relaciones y estimulan habilidades de resolución de problemas. Son preguntas e intervenciones cuya naturaleza es principalmente argumentativa, comparativa y/o que impulsan el análisis y aplicación de estrategias. Ejemplificaremos por medio de las siguientes dos secuencias de intervenciones docentes. En ellas vemos cómo se estimula a los estudiantes a comparar estrategias y formular hipótesis:

Caso P23

*P: (Una vez resuelto 4 ejercicios planteados previamente) Díganme **¿Qué tienen en común los cuatro ejercicios que hicimos?** Esta es una forma de armar nuestra estrategia para resolver el problema…*

A: Tienen términos semejantes

P: Ya, sí tienen términos semejantes… ahora ¿cuántos resultados tiene el producto?

VA: Tres

OA: Es un trinomio

P: Es un trinomio el producto…

OA: Hay un término que no tiene factor literal

P: Bien, hay uno que no tiene factor literal…

OA: el resultado siempre tiene una letra elevada a dos

*P: Muy bien, entonces solamente uno de los términos tiene raíz cuadrada… **Y si el ejercicio no tiene términos semejantes, ¿Qué hacemos?***

OA: Busco los números que me den el resultado

*P: Busco los números que me den el resultado… **¿Y si volvemos al problema x2+6x+5… cómo lo podríamos resolver?***

VA: (x+5) (x+1) = x2+6x+5

P: Muy bien, entonces el perímetro del rectángulo es…

OA: x+1+x+5+x+1+x+5

Ejemplo n°12: Preguntas que impulsan el análisis de las estrategias utilizadas

Caso: P12
P: Sí, es 2 x a ¿cierto? Y aquí es 2 por la raíz de 3 ***¿la puedo ver de otra forma?***
A: Es la multiplicación al revés
OA: Entre paréntesis ¿o no?
P: Sí, se puede colocar en paréntesis o se puede colocar en puntitos ***¿se puede ver de otra forma?*** *¿Se puede descomponer?*
A: Sí
P: ¿Cómo suma?
A: No, porque la suma, suma todo
P: ¿Qué piensa de eso usted Juan?...

Ejemplo n°13: Preguntas que impulsan la búsqueda de estrategias para resolver

La justificación matemática permanente es otro punto a destacar. Como se puede ver en el ejemplo desarrollado en la primera parte (n°2) hay una práctica permanente a lo largo de la clase en la que se buscan las razones a lo que el docente o los propios estudiantes hacen o hipotetizan.

b) El docente recupera y conecta conocimientos previos

Ha sido estudiada y evidenciada la importancia central que tienen las concepciones, saberes y creencias previas al momento de enfrentar una tarea o problema. Con esos “recursos” a la mano interpretamos y tomamos decisiones. En este sentido, destacamos las prácticas de los docentes en donde ellos visibilizan permanentemente los conocimientos que los estudiantes están poniendo “en uso” cuando abordan un problema, resuelven un ejercicio o explican el procedimiento realizado por otro. Así, por ejemplo, comienzan una clase de matemáticas reponiendo o recuperando el trabajo de clases anteriores mediante preguntas abiertas y dirigidas a los estudiantes.

Caso P23
P: Lo que vamos a hacer hoy día es que ustedes van a tener que buscar una estrategia que les sirva para factorizar expresiones que tengan esta fórmula que está en la pizarra. Al igual como lo hemos hecho en clases anteriores ustedes van a tener que averiguar qué expresiones tienen que ir dentro de cada paréntesis para poder llegar al resultado que yo les voy a poner. Recordemos ¿cómo yo multiplicaba dos expresiones algebraicas? Belén dígame usted ¿Cómo yo multiplicaba esto? ¿Cómo yo resolvía estas expresiones para obtener este resultado?
A: Multiplicando el primer término con los otros que están en los paréntesis y después el segundo de la misma forma.
P: Exacto, lo que hacíamos era multiplicar el primer término con cada uno de los de acá y luego…

Ejemplo n°14: Recupera conocimientos previos y conecta con propósitos de la clase

Caso P23
P: (Monitorizando el trabajo de los estudiantes)
A: Profe aquí estamos en discusión como siempre
P: Ya, cuál es la discusión ahora
A: Tiene que ser igual en los números, pero en algunos casos ¿el signo tiene que ser diferente?
*P: **¿Cómo en cuál caso el signo es diferente?***
A: En el cuatro
P: Veamos, revisemos… aquí se multiplicó ese número con este número ¿me da el resultado de acá?
OA: Sí
*P: Ya, ¿y si yo multiplico éste con ese, me debería dar el número de acá al fondo cierto? **Pero si yo los multiplico, ese es positivo y ese es negativo… menos por más ¿cuánto da?***
A: Menos
*P: Menos…, entonces **¿qué pasó? ¿Cómo deberían haber sido los signos acá?***
A: Iguales
P: Iguales mmmm, ¿entonces?
A: aaah! No, tienen que ser siempre los signos iguales… Entonces lo arreglo

Ejemplo n°15: Activa conocimientos previos para que el estudiante enfrente su duda

Como vemos, no se trata sólo de activar al inicio de la clase lo que los estudiantes ya saben en relación al contenido a trabajar, también es una práctica útil en el transcurso de ésta, ya sea recuperando o conectando esos conocimientos con una tarea o pregunta específica.

c) El docente devuelve responsabilidad frente al error o a las dudas del estudiante

En la literatura especializada referida a la enseñanza y el aprendizaje de contenidos específicos, el error de un estudiante es considerado como una instancia de alto valor formativo pues permite explicitar y discutir concepciones y saberes que poseen los estudiantes así como también permite reflexionar sobre las vías o salidas posibles para enfrentarlos. En esta línea, nos interesó buscar aquellas reacciones de los docentes en que las dudas o errores de los estudiantes son utilizadas como un recurso pedagógico que ayuda al docente a devolver la responsabilidad del aprendizaje al propio sujeto que está aprendiendo.

Caso P18
A: Aquí hay una bisectriz que forma un ángulo de 90 con el lado opuesto del triángulo
*P: **¿Eso hace la bisectriz? La bisectriz ¿forma un ángulo de 90 con el lado opuesto de un triángulo?***
VA: no
P: ¿qué hace la bisectriz en particular?
OA: Parte un ángulo por la mitad
A: Divide este ángulo en partes iguales (indica el ángulo)

Ejemplo n°16: Evita sancionar el error y devuelve la responsabilidad a los estudiantes

Caso P23
P: Me dieron estas dos raíces que están acá… pero ¿de qué me sirven?
VA: ¿Qué cosa?
P: Estas raíces que están acá, ***¿qué hago con ellas?***
A: Para ponerlas en el paréntesis
P: Ah, las pongo en el paréntesis, ok (se equivoca a propósito)
VA: No profe, pero uno en cada uno po'
P: (Hace caso omiso a la corrección de los estudiantes y se dirige a un estudiante en particular) Vicente dígame si está correcto lo que acabo de hacer
VA: ¡No!
OA: Sí, si está bien
P: ***¿Está bien, mal o más o menos? ¿Cómo tenían que ser los dos paréntesis Vicente?***
A: Diferentes
P: ***¿Tenían que ser diferentes? ¿Tenían que ser distintos?***
VA: No, tenían que ser iguales
P: ¿Tenían que ser iguales los dos paréntesis, ***entonces cómo debería colocar esto?***
OA: 6x elevado a 2
P: Entonces debía colocar lo mismo en ambos paréntesis, si debían ser iguales como ustedes dicen
A: Sí
P: ***¿ahí está listo?***
A: No, faltan los signos
P: Perfecto, faltan los signos… Entonces ¿qué signo debería colocar acá para que esté correcto?
A: Más
P: ***Acá ¿debería colocar un más y acá un menos?***
VA: ¡No, en los dos!
P: Bien, en los dos debe ir el mismo signo

Ejemplo n°17: Ante una dificultad devuelve la responsabilidad a los estudiantes mediante preguntas

En esta misma línea, encontramos variadas buenas maneras de utilizar el error o una dificultad de los estudiantes como estrategia pedagógica. Destacamos el accionar docente donde se pide a los alumnos *comprobar* un resultado, solicitan una *justificación* a su razonamiento, guardan silencio o *hacen una pausa* dejando un tiempo para que el propio estudiante analice su respuesta, o *expresa sus dudas* a modo de contra-argumentación, o bien pidiendo la *ayuda de otro estudiante* para que analice la respuesta de su compañero. Todas ellas son prácticas en las que, al ser requerido por un estudiante, el profesor responde con una nueva pregunta o con una pequeña guía, devolviendo a los estudiantes la responsabilidad de construir, desarrollar o descubrir.

d) El docente impulsa que la validación del saber sea producto de la actividad matemática y/o de los propios estudiantes (no de la "autoridad" docente)

Tal como fuera dicho en la primera parte del análisis, no da lo mismo quién y cómo se determine cuándo y por qué una respuesta, un desarrollo resuelve o está acertada. Destacamos a aquellos docentes que mostraron una particular capacidad por compartir dicho poder, devolviendo la responsabilidad de validar las respuestas que entregan los estudiantes. Permitir que los mismos estudiantes validen la respuesta dada por un compañero, en el sentido de que si ésta era o no acertada. En otras palabras, la validación del saber la realizan los propios estudiantes y favorecer el intercambio entre alumnos con propósitos de aprendizaje matemático.

Caso P23
A: Profe mire, ***encontré algo pero no sé si está bien****…*
P: Ya, a ver ¿qué encontró?
A: Que hay que sacarle la mitad a ese. No, no la mitad… el número…
P: ¿Cómo lo hizo usted acá por ejemplo?, ¿qué número va ahí…?
A: El 6…
P: El 6… ya el 6… ***¿y por qué?***
A: Por que 6 más 4 es 10.
P: ¿Y multiplicado me da eso (muestra el 24)?
A: ***6 por 4... sí! Así era!***
P: Ya pues, ***ahí está su estrategia****, ahora haga las demás.*

Ejemplo n°18: El docente guía para que el estudiante descubra y valide su estrategia

En este mismo ámbito, las siguientes dos situaciones se producen en momentos distintos de una clase de Geometría. Una forma adoptada por el profesor, para promover la discusión entre estudiantes, era permitiendo que ellos mismos validaran la respuesta dada por un compañero, en el sentido de que si ésta era o no acertada. Observemos cómo el profesor ayuda a que la conclusión sea alcanzada por los propios estudiantes:

Caso P18
P: Entonces, ***¿Qué se puede concluir cuando hay dos rectas, se traza una transversal y hay dos ángulos que son iguales?***
VA: (Murmuran)
P: ¿Qué se puede concluir Sofía?
A: Que esas rectas son paralelas y los ángulos que están en el lado opuesto son iguales.
P: ***¿Escucharon a la Sofía?*** *Si yo trazo dos rectas y una transversal se concluye que esas dos rectas son paralelas porque estos dos ángulos son iguales* ***¿Qué piensa el resto?****...*

P: Antonia lea la definición… (La estudiante lee) entonces Matías exprese una mediana… ***¿Está bien lo que hizo Matías?***
VA: Sí
P: Esa recta ¿con qué la formó?
A: Uniendo ese punto medio con ese otro punto medio…
P: (Dirigiéndose al grupo completo) ***¿Estaría bien entonces con lo que me dice la definición?***
VA: Sí

Ejemplo n°19: La validación del saber se produce en forma colectiva

Como se observa en el ejemplo anterior, la validación del saber la hacen los propios estudiantes. Este tipo de dinámicas propicia la autonomía del que aprende, a diferencia de los casos descritos en la primera parte, donde más bien se genera una dependencia a la confirmación del profesor y se inhiben capacidades fundamentales para la resolución de problemas.

e) El docente promueve la resolución de tareas no rutinarias con foco en la diversidad de estrategias y respuestas

Fuertemente vinculado a los cuatro rasgos mencionados hasta ahora, emerge una quinta característica que conviene destacar de entre las prácticas observadas. El docente propone actividades no rutinarias, ante las cuales los estudiantes no poseen estrategias definidas previamente para resolver la actividad.

Caso P23
A: Profe puede venir un poquito por favor… ¿Profe esta es una estrategia nueva?
P: sí es una estrategia nueva… es la última que vamos a saber…
A: Por eso no podemos resolver el problema…
P: (asintiendo) Por eso es que no podemos resolver el problema…
A: ¿Por eso no se puede hacer con ninguna estrategia de las que ya vimos?
P: Exacto… no podemos, pero vamos a descubrir cuál es…. Lo que sí, vamos a descubrirlo ocupando la multiplicación del producto de estos dos binomios… entonces vamos a ver que cada término de acá, multiplicado con cada término de acá me debería dar el resultado que escribiste. Trata de hacerlo, hay que ir probando hasta que les resulte y ahí van a descubrir una estrategia

Ejemplo n°20: Estudiante toma conciencia que está frente a un problema No Rutinario

Observamos tareas propuestas intencionalmente (ver ejemplo n°14) por los docentes en las que los estudiantes manifiestan sorpresa y dudas que van más allá de lo procedimental y que permiten la aparición de diversas estrategias y/o soluciones que son discutidas colectivamente.

Conclusiones de la fase cualitativa

Caracterizar las prácticas de enseñanza en el área de las matemáticas y cómo éstas propicia o no el desarrollo de la habilidad de resolver problemas es un desafío complejo que sólo recientemente ha sido asumido por la investigación nacional. Los hallazgos reseñados hasta ahora reflejan una heterogeneidad en las prácticas pedagógicas incluso entre docentes egresados de un mismo programa de formación inicial. Como pudo verse a lo largo de la presentación de los hallazgos, las prácticas pedagógicas de los docentes se acercan o alejan al enfoque de Resolución de Problemas al que adhiere este estudio en relación a tres dimensiones clave: a) la naturaleza o tipo de pregunta que realiza el profesor a los estudiantes; b) su reacción cuando detecta en ellos un error y c) quién y de qué modo se confirma el saber en el aula.

Dentro de la diversidad de prácticas fue posible constatar la prevalencia de ciertas prácticas de manera casi transversal en los casos. La corrección del error indicando la respuesta correcta es una práctica muy común entre los docentes observados. También la presencia de preguntas que no son preguntas sino más bien formas de confirmar lo que se afirmó previamente. Pensamos que a esas prácticas subyace una concepción de las matemáticas como algo unívoco, estable, objetivo, con escasos espacios para la incertidumbre y la creatividad. Sin embargo, como lo destacamos en la segunda parte de este análisis, también hay profesores y profesoras cuyas prácticas se abren a innovadoras formas de interactuar en el aula. Los distingue sus preguntas complejas, que obligan a establecer relaciones; el modo en que devuelven la responsabilidad a sus estudiantes cuando ellos tienen una duda o se equivocan y permiten que lo correcto o incorrecto sea establecido y validado no por la autoridad del saber docente sino por la colaboración y discusión de los propios estudiantes y las condiciones de la actividad matemática que realizan.

6. LOS DOCENTES COMO RESOLUTORES DE PROBLEMAS

Tal y como se señaló en la metodología (sección 4), el análisis de la competencia de los docentes como resolutores de problemas (objetivo 2) se hizo a partir de los datos recolectados en un Taller de Resolución de Problemas diseñado de forma específica para los objetivos de la investigación (sección 4.2). En esta sección se presenta el análisis de los datos recolectados durante dicho taller.

Las variables a considerar en relación con el objetivo 2 son: el grado de coincidencia entre el concepto de *problema* que reflejan las respuestas de los docentes y el que guía nuestra investigación, indicado en el marco conceptual (sección 3); la puntuación asignada al proceso de resolución de las actividades del Taller de RP bajo los criterios de nuestro marco conceptual (NOT); la autoevaluación de los docentes de su proceso de resolución de dichas actividades (AUNOT y AUNOTTEO) y el grado de identificación de instancias similares a las del Taller en sus programas de formación inicial (LMAT, GLMAT, LDID, GLDID).

El análisis se presenta dividido en 3 secciones relacionadas con la concepción de problema de los profesores, su desempeño como resolutor de problemas y las oportunidades de desarrollo como resolutores de problemas que recuerdan haber tenido durante su formación inicial.

<u>Concepción de problema</u>

Las dos primeras preguntas del cuestionario 1 utilizado en el Taller de RP tratan de indagar en la concepción de problema que tienen los docentes. Se les pregunta qué es para ellos un problema y se les pide que indiquen tres características que creen que debe tener una actividad matemática para ser considerada un problema (anexo 08).

A partir de las respuestas de los docentes y tomando en cuenta nuestro marco conceptual, se identificaron una serie de aspectos generales que los docentes utilizan para describir qué es un problema. Estos aspectos generales dieron lugar a un conjunto de 5 subvariables que utilizamos para definir el grado de coincidencia entre el concepto de *problema* que reflejan las respuestas de los docentes y el que guía nuestra investigación (Tabla 6.1). Las 5 subvariables están relacionadas con: descripción general, relación entre la RP y la matemática, rol del resolutor, importancia del contexto y número de soluciones. El grado de coincidencia entre el concepto de *problema* que reflejan las respuestas de los docentes y el que guía nuestra investigación se obtiene sumando los valores asignados a cada una de las 5 subvariables, de acuerdo a la Tabla 6.1.

Subvariable	Valores que toma	Descripción
1. Descripción general	1	Relacionan el concepto con un desafío o con una pregunta, interrogante o situación que no tiene solución evidente o para la que se desconoce el algoritmo.
	0	Ninguno de los anteriores
2. Relación con la	-1, 0, 1, 2	Resulta de la suma de tres valores:

matemática		-1: si relaciona el concepto con "ejercitar" la matemática 1: si lo relaciona con "aplicar" la matemática, en el sentido de que la matemática es una herramienta para resolver problemas 1: si relaciona el concepto con el uso o desarrollo de estrategias, el razonamiento, etc. Si no se menciona ninguno de estos aspectos, la subvariable toma el valor 0.
3. Rol del resolutor	0	No hace referencia a la figura del resolutor
	1	Hace referencia a la figura del resolutor
4.Contexto en que se plantea la actividad	-1	Se refiere a la necesidad de un contexto real
	0	No hace referencia al contexto
	1	Señala independencia del contexto
5.Número de soluciones	-1	Señala que la solución es única
	0	No se hace referencia
	1	Señala que puede haber diversidad en el número de soluciones

Tabla 6.1: Subvariables que definen el grado de coincidencia en el concepto de problema

Los valores asignados a cada docente para esta variable pueden consultarse en el anexo 17. A modo de ejemplo presentamos la respuesta del docente P12 a la que se asignó un 4 y donde se marcan las expresiones que dieron lugar a esa puntuación y que están relacionadas con la descripción general, mencionar que hay que aplicar conocimientos matemáticos, buscar estrategias y considerar la figura del resolutor.

Un problema corresponde a una situación que no es posible de resolver directamente con los conocimientos de los que se dispone. Se pueden distinguir dos tipos de problemas aquellos que se pueden resolver reordenando o acomodando los conocimientos que se tienen y aquellos que no son posibles de resolver con los conocimientos actuales. En caso de poder resolver la situación directamente podemos decir que se trata de una tarea.
[El sujeto que lo enfrenta] Debe tener los conocimientos previos necesarios para construir o diseñar alguna estrategia que de respuesta a la situación.
No debe ser posible resolverlo de forma directa.
Debe estar en un lenguaje acorde al nivel del lector.

Ejemplo 6.2: Concepto de problema de P12, puntuado con un 4

A continuación se presenta otro ejemplo, a partir de las respuestas del docente P8, a quién se le asignó un 2 como puntuación de la variable que mide el grado de coincidencia entre su concepción de problema y la presente en el marco de esta investigación. En esta respuesta del docente aparecen las ideas de desafío y del uso de las matemáticas como herramientas, además se hace mención a la figura del resolutor. Estos tres aspectos coinciden con elementos de nuestro marco, por lo que se le asigna 3 puntos. Sin embargo, el docente señala que el contexto tendría que ser de la vida real, característica contraria a la concepción de problema que guía esta investigación. Por esta razón se le resta un punto, quedando con un 2.

Una situación que presenta un desafío de algún estilo y que para ser resuelto deben utilizarse herramientas matemáticas. *Que la resolución de dicho problema requiera herramientas matemáticas.* *Que aplique la lógica y el sentido común dentro de una situación de la vida real, o no tendría sentido resolver este problema.* *Que la persona que lo esté resolviendo esté obligada a pensar y no sólo a repetir.*

Ejemplo 6.3: Concepto de problema de P8, con un puntuación de 2

El grado de coincidencia máximo entre la concepción de *problema* y nuestro referente teórico que los docentes podían obtener es 6. Mirando a los 30 docentes de la muestra, se observa que el grado de coincidencia entre la concepción de *problema* que tienen los docentes y nuestro referente teórico varía entre -3 y 5 (Gráfico 6.4). Aproximadamente la mitad de los docentes presenta un grado de coincidencia igual o superior a 3, lo que indica que las características que asocia al concepto de problema coinciden con al menos la mitad de las consideradas en nuestro marco.

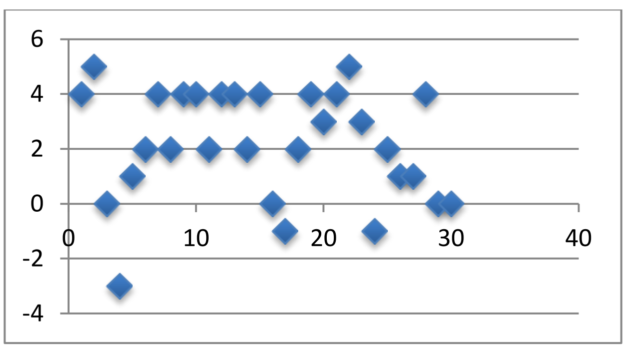


Gráfico 6.4: Grado de coincidencia entre el concepto teórico de "problema" y la concepción de los docentes de la muestra

Dos de los elementos principales del concepto de problema en que se basa esta investigación son: considerar la importancia de la figura del resolutor y tener en cuenta que no es relevante el contexto en que se presente la actividad, en cuanto a que el enunciado haga referencia a una situación "real" o puramente matemática. De los docentes de la muestra, 16 hicieron alguna referencia a la figura del resolutor en su descripción de qué es un problema. En cuanto al contexto, sólo 6 docentes hacen alusión a que no es relevante, 14 no indican nada al respecto y 10 señalan que tiene que tener un contexto específico, matemático o no matemático (anexo 17).

Estos dos elementos del concepto de problema que se utiliza en esta investigación son especialmente relevantes en el contexto escolar, donde el docente tiene que seleccionar las actividades que propone a sus estudiantes. El concepto que cada docente tenga acerca de qué es un problema, influirá en el tipo de actividad que plantea a sus estudiantes y en la forma en que gestione dicha actividad.

Desempeño como resolutores de problemas

El desempeño de los docentes de la muestra como resolutores de problemas se mira en esta investigación desde dos perspectivas: la de los fundamentos presentes en nuestro marco y la propia del profesor. De esta forma, cada profesor tiene asignado 3 puntuaciones, entre 1 y 7, que describen su desempeño como resolutor de problemas. Dos de ellas son asignadas por los propios docentes, corresponden a la autoevaluación de su proceso de resolución de las actividades que se propusieron en el Taller de RP (cuestionarios 2A y 2B, anexo 08); una de ellas en función de sus propios criterios (AUNOT) y la otra en función de unos criterios dados (AUNOTTEO). La tercera puntuación (NOT) fue asignada por el equipo de investigación, tomando en cuenta 6 subvariables: encontrar una solución, plantearse la existencia de más soluciones, obtener más de una solución, utilizar más de una estrategia de resolución en caso necesario y encontrar una solución general. Cada una de estas subvariables toma valores 0/1, indicando presencia/ausencia, se suman y se calcula el valor sobre 7. Para calcularla se tomó en cuenta las respuesta de los docentes al problema *El Tragamonedas.*

El promedio de la puntuación asignada por el equipo de investigación (NOT) a los 30 docentes de la muestra es de 3,7 puntos; la tercera parte de los docentes no se plantea la existencia de más de una solución, la mitad obtiene más de una solución y sólo dos profesores (P4 y P9) llegaron a obtener todas las soluciones del problema (Tabla 6.5). Por universidad, las peores puntuaciones las obtuvieron los docentes egresados de U3, seguidos de U2 y U1.

Subvariables	U1	U2	U3	TOTAL
Encuentra una solución	10	10	10	30
Se plantea la existencia de más de una solución	10	7	3	20
Obtiene más de una solución	8	4	3	15
Obtiene todas las soluciones	2	0	0	2
Utiliza distintas estrategias en caso necesario	5	5	3	13

Tabla 6.5: Resumen del desempeño de los docentes como resolutores según el modelo teórico de la investigación (NOT)

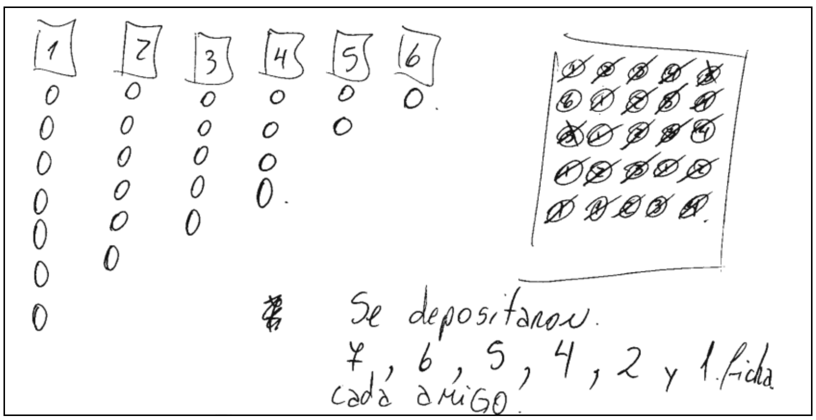
Otra cosa que se observa en el análisis del desempeño de los docentes como resolutores de problemas es que la auto-evaluación de la mayoría de los docentes (24) está muy por encima de la puntuación que el equipo de investigación asignó (Tabla 6.6).

ID	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
PUNTUACIÓN PROBLEMA 1 (NOT)	2,8	2,8	4,2	7	5,6	4,2	5,6	4,2	7	5,6	1,4	2,8	5,6	5,6	4,2
Auto-calificación en la resolución de los problemas del taller (AUNOT)	6	6	6	6	7	6	6	6	6	4	5	4	4	6	5,6
AUTO-EVALUACIÓN SEGÚN LOS CRITERIOS DEL MODELO TEÓRICO (AUNOTTEO)	6,4	6,4	5,6	6,8	6,2	5,0	5,6	6,4	6,6	5,2	6,4	5,2	5,8	6,6	4,3

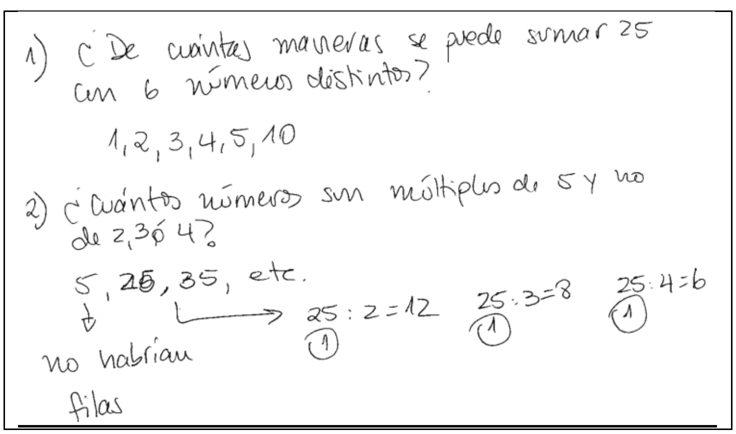
ID	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
PUNTUACIÓN PROBLEMA 1 (NOT)	1,4	4,2	5,6	1,4	4,2	4,2	1,4	4,2	5,6	1,4	2,8	2,8	1,4	1,4	1,4
Auto-calificación en la resolución de los problemas del taller (AUNOT)	5.5	4	5.5	6	5	6	4	7	5	7	6	6	5	7	5
AUTO-EVALUACIÓN SEGÚN LOS CRITERIOS DEL MODELO TEÓRICO (AUNOTTEO)	5,0	5,4	5,6	5,6	5,6	5,4	4,6	7,0	6,2	6,6	6,8	5,8	5,2	6,2	5,8

Tabla 6.6: Puntuaciones de los docentes como resolutores de problema[16]

En dos casos (P25 y P29) esta diferencia es particularmente destacable puesto que los docentes se auto-evalúan con la nota máxima, mientras que según nuestro modelo tendrían casi la mínima puntuación puesto que encuentran una solución y no se plantean la existencia de otra (Ejemplos 6.7 y 6.8).



Ejemplo 6.7: Respuesta de P25 al problema "El tragamonedas"



Ejemplo 6.8: Respuesta de P29 a los dos problemas del Taller de RP

[16] La nota en amarillo corresponde a un dato faltante que se sustituyó por el promedio del resto de los valores de esa variable.

Otra cosa que se observa de los datos de la Tabla 6.6 es que, de los 24 docentes que se auto-evaluaron, según sus propios criterios, por encima de la puntuación asignada por los investigadores, aproximadamente la mitad aumentó aún más su auto-evaluación al indicarles que lo hicieran bajo ciertos criterios, acordes con la figura del *resolutor* que se describe en el marco conceptual (sección 3).

Oportunidades de desarrollo como resolutor de problemas durante la formación inicial

Los cuestionarios 2A y 3 del Taller de RP incluyen dos preguntas cuyo objetivo era recopilar información sobre aquellos ramos en los que los docentes de la muestra recordaban haber trabajado en actividades matemáticas análogas a las que se les propusieron en el Taller de RP. A los docentes se les pedía indicar si habían trabajado problemas similares/en grupo en (i) los cursos de matemática, (ii) los cursos de metodología o didáctica, (iii) sus prácticas profesionales, (iv) en capacitaciones, talleres o cursos extra-programáticos, (v) con colegas o amigos u (vi) otros. Las respuestas de los docentes se codificaron de 0 a 4 según respondieran en el rango de “nunca” a “muchas veces”. Los datos de las respuestas a estas preguntas se encuentran en el anexo 17.

En esta sección se consideran únicamente las variables LMAT, GLMAT, LDID y GLDID, que hacen referencia a los cursos de matemática y didáctica en los que los docentes de la muestra recuerdan haber trabajado actividades matemáticas similares (LMAT y LDID) y aquellos en los que recuerdan haber trabajado en grupo (GLMAT y GLDID).

Los gráficos 6.9 y 6.10 muestran que la mayoría de los docentes señalan que, durante su formación inicial tuvieron pocas o ninguna oportunidad de trabajar problemas como los del Taller de RP y pocas o ninguna oportunidad de trabajar en grupo. En relación con las oportunidades de trabajar con actividades de resolución de problemas se observan además algunas diferencias entre las tres universidades. Los docentes de U1 (P1..P10) indican que trabajaron más problemas en los cursos de matemática que en los de didáctica; al contrario de los de U3 (P21..P30).

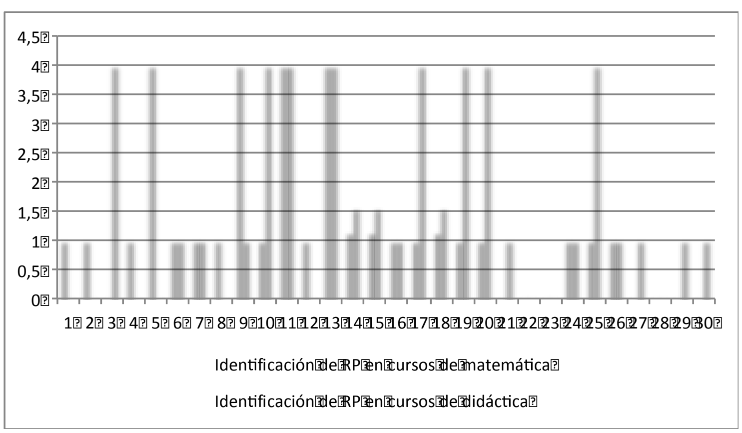


Gráfico 6.9: Oportunidades de RP en la formación inicial

Por universidad, los docentes que reportan que tuvieron menos oportunidades de trabajar en actividades análogas a las del Taller de RP son los egresados de U3; los de U2 los trabajaron principalmente en los cursos de didáctica, mientras que los de U1 lo hicieron en los cursos de matemática (Gráfico 6.9). Esto refleja la diversidad entre los tres programas de formación docente considerados en la investigación.

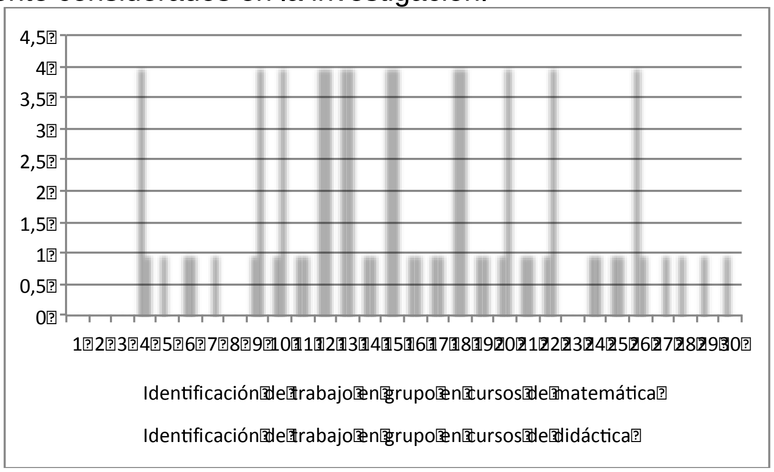


Gráfico 6.10: Oportunidades de trabajo en grupo en la formación inicial

En cuanto al trabajo en grupo, los docentes egresado de U2 recuerdan haber trabajado con esta dinámica tanto en los cursos de matemática como en los de didáctica; mientras que los docentes egresados de U1 y U3 recuerdan pocas instancias de trabajo en grupo y las relacionana con los cursos de matemática, principalmente.

A modo de conclusión

La información recolectada a partir del Taller de RP muestra que el concepto de *problema* que tienen los docentes que participaron en esta investigación difiere bastante del utilizado en el marco conceptual, principalmente en lo relacionado con la importancia de considerar la figura del resolutor para establecer si una actividad matemática es un problema o un ejercicio y con el hecho de que el contexto en que se plantee la actividad no determina si la actividad es un problema o no. La mayoría de estos docentes asocian el concepto de problema con un desafío en el que las matemáticas se utilizan como herramienta para resolverlos, sin embargo, algunos consideran que los problemas se utilizan para "ejercitar" los contenidos matemáticos, idea que se aleja de la concepción utilizada en esta investigación y en las Bases Curriculares (Mineduc, 2012; 2013).

En cuanto al comportamiento de los docentes de la muestra como resolutores de problemas, los datos reflejan que muchos se conforman con obtener una única respuesta al problema, sin plantearse la búsqueda de más de una solución. También se observan ciertas limitaciones en la búsqueda y el uso de diversas estrategias de resolución. Estos mismos docentes evalúan su propio desempeño con puntuaciones altas, lo que podría interpretarse como que realmente consideran que, una vez obtenida una solución a un problema, no es necesario buscar más.

Una posible explicación a este fenómeno podría encontrarse en las oportunidades que estos docentes han tenido de trabajar la resolución de problemas durante su formación inicial, puesto que ellos mismos manifiestan que en pocas ocaciones, durante su formación inicial, trabajaron actividades análogas a las presentadas en el Taller de RP.

Sin embargo, en muchos de los programas de los cursos analizados en la sección 7 aparece la expresión “resolución de problemas” entre los objetivos, contenidos e incluso en la metodología, especialmente en los correspondientes a la universidad U3. Esto hace pensar en la necesidad de realizar un estudio más profundo acerca de las características de esos cursos, cómo se concibe la RP en ellos y cómo se trabaja en el desarrollo de las actividades matemáticas.

7. LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN INICIAL DOCENTE

En esta sección abordamos el estudio de las mallas curriculares y de los programas de cursos de los Programas de Formación de Profesores de matemática de enseñanza media en las universidades consideradas en este estudio. Se trata de abordar una parte del Objetivo 3: Identificar y describir instancias/oportunidades que los programas de formación inicial que dichos profesores han cursado ofrecen para el aprendizaje y la enseñanza de la resolución de problemas.

El propósito es determinar qué están aprendiendo los futuros profesores; cuánto hay de matemática escolar y cuánto de contenidos más avanzados; cuál es el énfasis que se le da a la didáctica; cuáles son los tópicos que aparecen con mayor frecuencia; y especialmente cuál es el énfasis de la resolución de problemas (RP).

Análisis de las mallas

Se analizaron las mallas y los programas de los cursos de las 3 carreras de pedagogía en enseñanza media en matemáticas. Se distinguieron cuatro grupos de asignaturas: matemática, ciencias exactas, didáctica y otros (filosofía, etc.). A continuación se presenta un gráfico que muestra cómo se compara la cantidad de cursos de matemática, ciencias exactas, didáctica, prácticas y otros para cada uno de los programas estudiados.

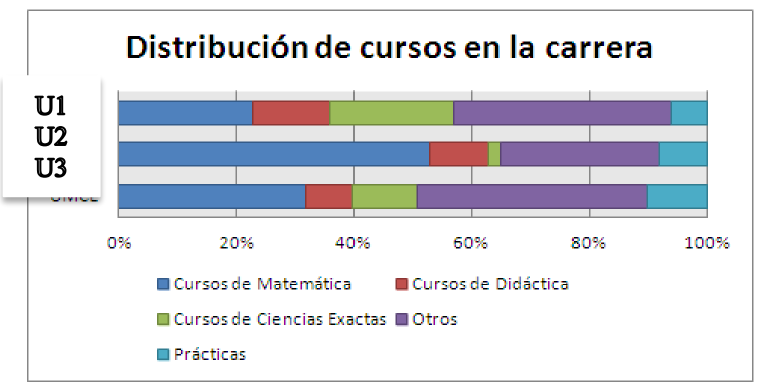


Gráfico 7.1. distribución de cursos

La cantidad total de cursos que tienen las mallas también varía mucho según la carrera. Sin embargo, estos datos no se deben interpretar tal cual y obtener conclusiones apresuradas ya que la cantidad de cursos no es una medida homogénea. Se observó que hay cursos que abarcan muchos más contenidos en algunos programas que en otros. Por otro lado, los créditos o unidades docentes no necesariamente representan lo mismo en las distintas instituciones, por lo que tampoco es posible concluir desde ese punto de vista y sólo en algunos casos está especificada la cantidad de horas destinadas a cada curso. El principal objetivo de estos gráficos es comparar la proporción entre los distintos tipos de curso para cada programa de formación, lo que se puede apreciar mejor en el segundo. Se observa que las proporciones entre los cursos son muy dispares para las distintas universidades. El porcentaje de cursos de matemática varía de menos de 20% a más de 50%. Los cursos de didáctica, al ser menos, no muestran diferencias tan abismales. Un factor que compensa un poco la diferencia en la cantidad de cursos de matemática es la presencia de cursos de ciencias exactas, la cual es bastante importante en U1. Los cursos de ciencias exactas están muy

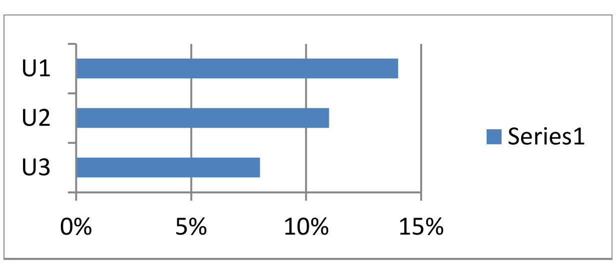


Gráfico 7.2. Porcentaje de cursos de didáctica

relacionados con la matemática y en estos donde se esperaría ver presencia de resolución de problema.
El Gráfico 7.2 muestra el porcentaje de cursos de didáctica de cada programa de formación. Estos porcentajes son mucho más homogeneos que aquellos de los cursos de matemática. Se trata en general de una porción baja de cursos.

Análisis de los programas
Se estudian los programas vigentes el año 2012 sin tener en consideración las modificaciones curriculares en curso. Se ha hecho un análisis de los tópicos que se abordan en los cursos de matemática y para ello se identificaron. Dentro de los cursos de matemática se identificaron los distintos tópicos que aborda cada universidad y estos tópicos fueron a su vez divididos en subtópicos específicos para los contenidos de matemática escolar (ej: conjuntos, números enteros) y un poco más generales para los temas más avanzados (ej: cálculo en una variable, ecuaciones diferenciales ordinarias), de tal manera de tener una mejor idea acerca de cómo son abordados los contenidos que el profesor tendrá que enseñar en el futuro.

A continuación se detallan los tópicos y subtópicos identificados en los distintos programas. La primera tabla muestra los que están estrechamente relacionados con la matemática escolar y la segunda detalla subtópicos más avanzados. Los tópicos son: Validación y Estructuración; Álgebra; Números; Geometría; Datos y Azar; Cálculo; Ecuaciones Diferenciales; Algoritmos; Tópicos Adicionales; Transversal. Hay tópicos que aparecen en ambas tablas ya que incluyen tanto subtópicos relacionados con matemática escolar como subtópicos avanzados. Se observa que, en general, los temas más relacionados con el currículo escolar son abordados por la mayoría de las carreras, mientras que para los otros la cantidad es muy variable. Por ejemplo, sólo dos ven combinatoria, pero casi todas ven cálculo.

La presencia de RP en los programas de los cursos de cada carrera es una forma de ver la incidencia de este tema en la formación. Se revisó que en los programas apareciera el concepto “resolución de problemas” o algo similar, por ejemplo, “se resolverán guías de ejercicios”. No se tuvo en consideración la frase “Nº de horas semanales: 8 (4 Teoría – 4 Ejercicios)”, para contabilizar RP es decir, si en el programa aparece esa referencia a ejercicios, no se contabiliza.

La siguiente tabla muestra la cantidad de cursos que incluyen la resolución de problemas (RP) en sus programas. Se ha especificado si esto aparece en el nombre del curso, los objetivos, los contenidos, la metodología o la evaluación. En muchos casos los cursos lo incluyen en más de uno de los aspectos antes mencionados.

	Nombre	Objetivos	Contenidos	Metodología	Evaluación
U1	0	2	1	0	0
U2	0	5	3	6	0
U3	0	10	1	5	0

Tabla 7.3: Cantidad de cursos que incluyen resolución de problemas en sus programas

La primera observación que se debe hacer es que una de las carreras (U3) los programas de distintos cursos tienen párrafos idénticos, es decir, dan evidencia de haber sido redactados a partir de un "programa genérico". Esto hace que aparezca muchas veces la resolución de problemas en alguna categoría. Por ejemplo, en muchos de los programas de una de las universidades se puede leer la frase "Resolución de problemas propuestos en forma individual y grupal" en la parte de "Estrategias para el desarrollo de las competencias". Este hecho hace dudar acerca de la relación entre los programas de los cursos y cómo se desarrollan estos en la práctica.

Se observa que U1 está muy por debajo de las otras dos es en la presencia de RP en los programas de sus cursos (2 en objetivos y 1 en contenidos). Las otras incluyen RP en objetivos, contenidos y metodología. Como ya se mencionó anteriormente, esta información es la que se puede obtener directamente de los programas y no necesariamente representa lo que ocurre en las aulas. Es importante hacer notar que la presencia (y cantidad) de RP puede depender fuertemente de cada profesor, por lo que son indicadores muy difíciles de determinar.

8. EXPLORANDO RELACIONES ENTRE LA FORMACIÓN INICIAL, LAS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS Y LA COMPETENCIA EN RP

En esta sección se presenta el análisis de los datos para abordar el Objetivo 4: Explorar relaciones entre las instancias que ofrecen los programas de formación inicial, la práctica pedagógica de los profesores noveles y su competencia en relación a la resolución de problemas.

En primer lugar presentamos la estrategia de análisis de la ERS basada en la técnica de Análisis Semántico Latente (ASL), la cual describimos brevemente más adelante, y que nos permitirá tener una primera aproximación a estos valiosos datos obtenidos en el proyecto. En segundo lugar presentamos los resultados del ASL, tanto aquellos que se obtienen simplemente del análisis de frecuencias como los que se obtienen a partir de la descomposición ELS. En tercer lugar, una vez analizada la ERS, realizamos un análisis de correlaciones y de regresión utilizando datos extraidos de los distintos instrumentos de levantamiento de datos con el objetivo de explorar relaciones entre estos. Finalmente se presentan las principales conclusiones sobre la exploración de relaciones entre formación inicial, las prácticas pedagógicas y la competencia en RP, realizada en este estudio, y se plantean lineas de trabajo futuro para comprender mejor estas relaciones.

8.1. Metodología de análisis de las ERS.

Se ha realizado la ERS a los 30 profesores de la muestra. Estas entrevistan tienen una duración variable, un poco más de una hora cada una. Se genera así una gran cantidad de horas de audio, las que dan origen a un volumen importante de texto, unas 900 páginas. El análisis de estas entrevistas se puede hacer usando diversas metodologías, entre ellas una metodología cualitativa tipo *grounded theory*, una metodología mixta como la utilizada por González et. al. (2010) o alguna metodología de tipo cuantitativa. Sin desechar las otras, en este proyecto hemos optado por una metodología cuantitativa, la que se materializa en el Análisis Semántico Latente (ASL), que permite comparar documentos (entrevistas de profesores) y definir conceptos a partir de los términos usados por cada profesor y esto para un volumen grande de datos.

Describimos muy brevemente algunos elementos de la metodología ASL a partir del artículo de Landauer et. al. (1998). ASL es una técnica matemático/estadística para extraer y deducir relaciones de uso contextual de palabras en documentos o pasajes de discurso. No es un programa de tratamiento del lenguaje natural tradicional o de inteligencia artificial, sino que utiliza diccionarios construidos automáticamente y toma como su entrada sólo el texto como una secuencia de palabras, las que son la única unidad, separadas en pasajes significativos, oraciones o párrafos. El primer paso consiste en representar el texto como una matriz en la que cada fila representa una palabra o término y cada columna representa un documento o pasaje de texto. Cada entrada de la matriz contiene la frecuencia con que la palabra de la fila aparece en el documento que indica la columna, esta matriz a menudo se anota como Tf (*Term frequency*). A continuación, las entradas de la matriz se pueden someter a una transformación preliminar, cuyos detalles pueden ver en Landauer et al. (1998)), la que pondera cada frecuencia por una función (existe varias posibilidades) que expresa tanto la importancia de la palabra en el documento en particular y el grado en que el tipo de palabra lleva información en el discurso en general. La matriz transformada se llama usualmente Tf-Idf (*Term frequency-Inverse document frequency*).

Con las matrices Tf y Tf-Idf es posible realizar comparaciones entre documentos y búsquedas en los documentos, se pueden recuperar palabras, o conjuntos de palabras. La idea básica es que la relevancia de un documento frente a un patrón, representado por un vector, puede calcularse usando el ángulos entre el documento y el vector. La comparación entre dos documentos se realiza de la misma forma, de modo que dos documentos estarán más cercanos si el ángulo entre ellos es menor.
Para la aplicación del ASL propiamente tal, se realiza la descomposición en valores singulares (DVS) de la matriz de frecuencias, ya sea para Tf o Tf-Idf. Esta es una forma de descomposición en valores y vectores propios, pero aplicado a matrices que no son necesariamente simétricas. En la DVS una matriz rectangular se descompone en el producto de otras tres matrices. Una matriz de filas ortogonales que representa los términos originales, otra matriz de columnas ortogonales que representa los documentos originales y la tercera es una matriz diagonal que contiene especie de valores propios o valores de escala, de tal manera que cuando estas tres matrices se multiplican se recupera la matriz original. Cuando se eliminan de la matriz diagonal algunas dimensiones, la matriz reconstruida obtenida al multiplicar las tres matrices es una de mínimos cuadrados que mejor ajusta a la original. Esta aproximación se realiza usualmente suprimiendo primero los coeficientes menores de la matriz diagonal.

El significado de la metodología ASL.
El ASL ha mostrado ser útil para simular una variedad de fenómenos cognitivos, los que van desde la adquisición de vocabulario, reconocimiento y categorización de palabras, análisis de palabras clave en frases, comprensión del discurso hasta juicios de calidad de ensayos. ASL puede interpretarse de dos maneras: 1) como un recurso práctico para obtener estimaciones aproximadas de la posibilidad de sustitución contextual de las palabras en documentos, y de los tipos de similitud de significado entre palabras o segmentos de texto, o 2) como un modelo de los procesos y representaciones computacionales que subyacen en porciones sustanciales de la adquisición y utilización del conocimiento. Estos dos puntos de vista se esbozan a continuación.

Como un método práctico para la caracterización del significado de palabras, se sabe que ASL produce medidas de las relaciones palabra-palabra, palabra-texto y texto-texto que están bien correlacionadas con varios fenómenos cognitivos que involucran asociación semántica. Las correlaciones muestran un gran parecido entre los resultados de ASL y la representación que las personas dan al significado de lo que han leído y oído, así como la manera en que la representación del significado se refleja en la elección de palabras de los escritores. Como una consecuencia práctica de esta correspondencia, ASL permite hacer juicios aproximados sobre la similitud de significado entre palabras y predecir objetivamente las consecuencias de similitud global entre pasajes de texto basada en las palabras, cuestión que ocupa un lugar destacado en la investigación sobre procesamiento del discurso. El ASL tiene ciertamente limitaciones. No hace uso del orden de las palabras, por lo que no hace uso de las relaciones sintácticas, de la lógica o de la morfología.

Otra manera de pensar es que el ASL representa el significado de una palabra como una especie de promedio del significado en todos los pasajes en los que aparece, y el significado de un pasaje como una especie de promedio del significado de todas las palabras que contiene. La capacidad del ASL de derivar representaciones de estos dos tipos de significado interrelacionados depende de las propiedades de su maquinaria matemática. El ASL supone que la elección de la dimensión en la que todas las relaciones de palabra-contexto están representadas puede ser de gran importancia, y que la reducción de la dimensión de los datos observados a un número mucho más pequeño, pero todavía grande, puede producir una mucho mejor aproximación a las relaciones cognitivas humanas. Esta es la etapa de reducción de dimensión, la combinación de la información de la superficie en una abstracción más profunda, que captura las implicaciones mutuas de palabras y pasajes de texto. Por lo tanto, una componente importante de la aplicación de la técnica de ASL es la determinación de la dimensión óptima para la representación final.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, hay una manera muy distinta de concebir el ASL y es pensar que constituye una teoría computacional fundamental sobre la adquisición y representación del conocimiento. Esta concepción sostiene que su mecanismo subyacente puede dar cuenta de un antiguo misterio, la propiedad inductiva del aprendizaje por la cual las personas adquieren más conocimientos que el parece estar disponible en la experiencia. El mecanismo del ASL que resuelve el problema consiste simplemente en la acomodación de un gran número de relaciones de co-ocurrencia locales simultáneamente en un espacio de la dimensión correcta. Hipotéticamente, el espacio óptimo para la reconstrucción tiene la misma dimensión que la fuente que genera el discurso, es decir, el espacio semántico del escritor. Naturalmente las co-ocurrencias superficiales observadas entre las palabras y los contextos tienen tantas dimensiones como palabras y contextos. Para aproximar un espacio fuente con menos dimensiones, el analista, ya sea humano o ASL, debe extraer información acerca de cómo los objetos pueden ser bien definidos por un conjunto más pequeño de dimensiones comunes. Esto se puede lograr con un análisis que acomode todos los datos de observación en un espacio de dimensión más baja, igual que la dimensión de la fuente. El ASL hace esto mediante la descomposición matricial, análisis que captura mucha de la información indirecta contenida en innumerables restricciones, relaciones estructurales y vinculaciones latentes en las observaciones locales disponibles por la experiencia.

El fundamento principal de las afirmaciones anteriores proviene del uso de ASL para obtener medidas de la similitud de significado de palabras de texto. Los resultados han demostrado que 1) las similitudes de significado que se obtienen coinciden estrechamente con las de los humanos, 2) la tasa de adquisición de ese conocimiento a partir del texto que tiene el ASL se aproxima a la de los humanos, y 3) estos logros dependen fuertemente de la dimensión de la representación. De esta y otras maneras, el ASL realiza una inducción del conocimiento potente y correcta, medida por estándares humanos. El uso de representaciones obtenidas de esta manera, simula una variedad de otros fenómenos cognitivos que dependen de la palabra y del significado del pasaje de texto.

8.2. Resultados del análisis de las ERS utilizando la técnica ASL.

Para el análisis que se presenta en este informe final se consideran las ERS de los 30 profesores participantes. A continuación presentamos los pasos previos necesarios para realizar el ASL.

Pre-procesamiento de las ERS.

Para el ASL, es necesario realizar tres pasos previos, una vez que la entrevista esta transcrita. En primer lugar es necesario sacar las palabras no significativas (preposiciones, artículos, etc.). En segundo lugar es necesario realizar el proceso de *stemming,* que consiste en definir clases de palabras con la misma raíz, definiendo un *diccionario de raíz-término* a utilizar en el análisis. En tercer lugar es necesario realizar un depurado manual del diccionario raíz-término con el objeto de determinar inconsistencias producto de errores de tipeo producidos en en proceso de transcripción y ajuste de verbos irregulares (los algoritmos de stemming utilizados tienen algunas dificultades con el español)

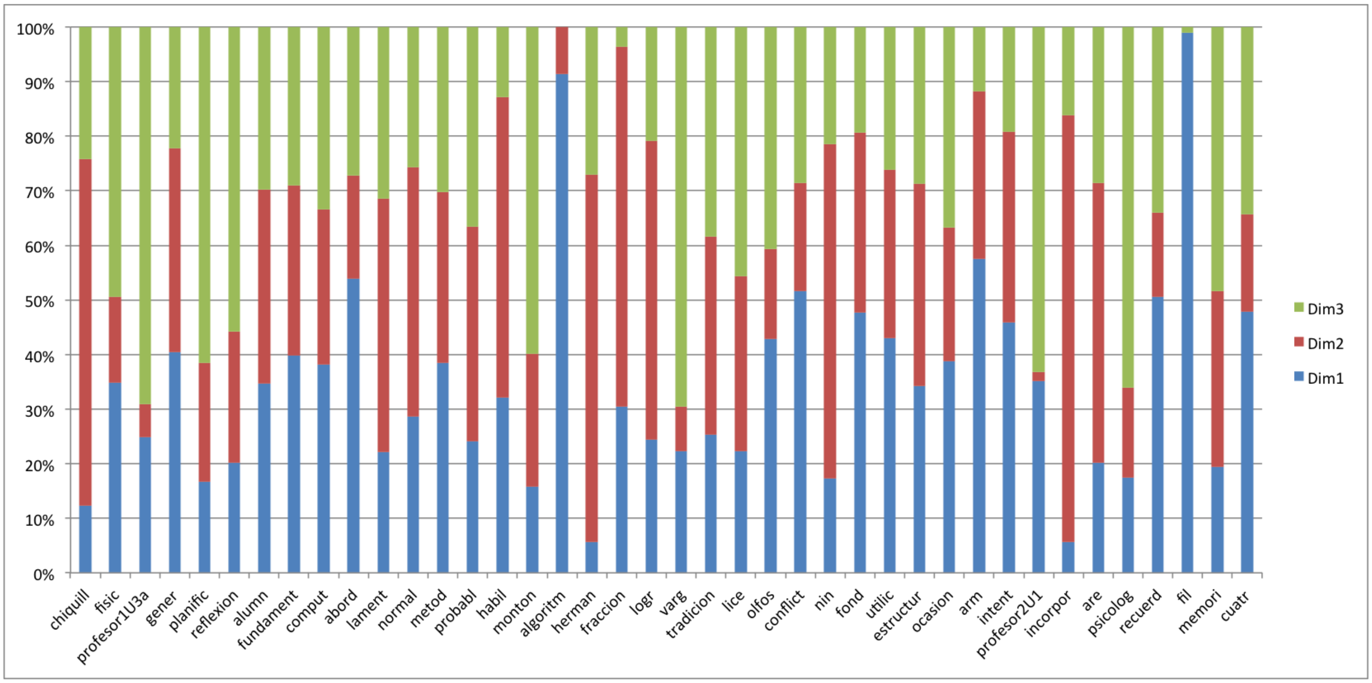
Con esta información se construyen dos matrices, la Tf y la Tf-Idf. Las matrices básicas, que tienen en sus filas los términos (raices de palabras), en sus columnas los documentos (profesores) y en las entradas tiene la frecuencia de los términos en la entrevista o porción de la entrevista. Se han generado matrices asociadas a las entrevistas completas y a las tres dimensiones de la entrevista (ver instrumentos). Recordamos que las tres dimensiones que tiene la ERS son:

D1: Resolutor de problemas y formación inicial
D2: Práctica pedagógica y formación inicial
D3: Programa de formación inicial
TOTAL: La entrevista completa.

En lo que sigue presentamos los resultados exploratorios obtenidos y posibles extensiones y sugerencias de estudios adicionales.

Frecuencias Tf, Tf-Idf

La matrices TF y Tf-Idf permiten tener una primera información sobre las frecuencias de los términos que son usados por los profesores. En gráfico 8.1 consideramos los 40 términos más frecuentes según Tf-idf (el diccionario de estos términos se puede ver el anexo 15) y graficamos las frecuencias Tf relativas entre las tres dimensiones de la entrevista. Aquí D1=rojo, D2=azul y D3=verde.



Gráficos 8.1. Frecuencia relativa en las dimensiones de la ERS para los 40 términos más relevantes según Tf-idf.

En la tabla 8.2 se representan los términos más significativos de cada una de las dimensiones de la ERS. Para ello se eligieron los 40 términos más frecuentes en cada una de las dimensiones de las entrevistas usando la matriz Tf-Idf y se pusieron en las columnas correspondientes de la tabla los términos que solo aparecen entre los primeros 40 términos frecuentes en esa dimensión. Así por ejemplo, el término *geomet*(ría) solo aparece en la dimensión 3 y el término *particip*(ipar) solo aparece en la dimensión 2.

Dimensión 1	Dimensión 2	Dimensión 3
verd	normal	geometr
fin	razon	Profesor1U3a
conten	numer	planific
pruebe	particip	cuant
algoritm	fraccion	prep
fil	cuestion	recuerd
impar	lament	teori
basic	ecuacion	pedagogi

lueg	valor	lee
ejercici	unid	Profesor1U3b
conflict	habil	libr
solucion	tare	educ
context	probabl	jueg
abord	incorpor	clar
particul	logr	vari
ingenier	sistem	bastant
acord	aca	exig
ensen	defini	bas
tres	herman	demasi
estudi	materi	taller
aplic	nivel	teorem
mir	ayud	acuerd
dat	resolu	monton
discut	orden	algebr
proyect	semestr	ambit
expon	cuart	profesional
mecan	ped	experient
dibuj		marc
		cercan
		critic

Tabla 8.2: Palabras significativas

Si recordamos los énfasis que tienen cada una de las dimensiones de la ERS uno puede encontrar sentido a la tabla. Por ejemplo, se puede reconocer en la Dimensión 1 los términos:

algoritmo, ejercici, conflict, contex, aplic, dat, discut, dibuj, mecan,

todos relacionados con la RP,

numer, particip, fraccion, habil, log, tare defini, materi, ayud, semestr, taller, teorem, algebr, experient

relacionados con la práctica pedagógica y

geometr, profesor1U3a, preparar, pedagogi, teori, leer, profesor1U3b, lib, educ, exig,

relacionados con la formación inicial. Los términos profesor1U3a y profesor1U3b corresponden al nombre y apellido de un profesor de la universidad U3. El término experient es una raíz que representa a las palabras como experiencia, experiencias, etc.

Análisis de cosenos

Universidad	U1	U2	U3	Total
U1	6	3	1	10
U2	0	9	1	10
U3	0	1	9	10
Total	**6**	**13**	**11**	**30**

El análisis de cosenos, que corresponde al análisis de correlaciones, se ha realizado para explorar similitudes entre los profesores, en la búsqueda de una cultura común, reflejada en los términos que usa en la entrevista.

En primer lugar presentamos la tabla de similitud de profesores, que indica donde se encuentra el profesor más cercano, en la métrica de los cosenos. Entre los 10 profesores de U1, hay 4 profesores que tiene a sus más cercanos en U2 y U3, lo que podría interpretarse como una cierta falta de identidad cultural, lo que no ocurre en U2 y U3, donde se observa que los profesores más cercanos, salvo uno en cada caso, pertenecen a las misma universidad. La siguiente tabla también nuevamente muestra la similitud entre profesores, pero ahora considerando los primeros tres más cercanos. Este índice es un poco más robusto que el anterior y corrobora lo que se encontró arriba.

Universidad	U1	U2	U3	Cohesión
U1	17	9	4	57%
U2	1	24	5	80%
U3	1	4	25	83%

Un análisis similar se puede hacer cuando uno considera solo los términos que están en cada una de las dimensiones de la ERS. Para la construcción de las siguientes

dim1 Universidad	**U1**	U2	**U3**	**Cohesión**
U1	15	7	8	50%
U2	3	18	9	60%
U3	7	5	18	60%

dim2 Universidad	U1	U2	U3	Cohesión
U1	7	11	12	23%
U2	4	14	12	47%
U3	7	10	13	43%

dim3 Universidad	**U1**	**U2**	**U3**	**Cohesión**
U1	17	10	3	57%
U2	4	22	4	73%
U3	1	6	23	77%

tablas se procesó solo la dimensión de la ERS que se indica y una vez obtenida la matriz Tf-Idf para cada dimensión se procedió a estudiar la métrica del coseno. Se puede ver que la dimensión 3 es la que más distingue a los profesores, que es la parte de la entrevista donde se pregunta sobre la formación inicial de manera directa. Además se aprecia que nuevamente la U2 y U3 presenta mayor coherencia interna en cada una de las dimensiones y la U1 es la que consistentemente muestra menor coherencia, que podría interpretarse como se mencionó antes como una menor identidad cultural. Sería interesante encontrar otros índices de identidad cultural que pudieran corroborar o refutar estas apreciaciones.

Como las tres dimensiones tienen a la formación inicial incorporada, estas las no distinguen claramente los tres elementos principales de nuestro estudio: los programas de formación inicial, la práctica pedagógica de los profesores noveles y su competencia en relación a la resolución de problemas. Para tener en cuenta este hecho, se sugiere la realización de un análisis similares a los anteriores, pero ahora considerando sólo al pasajes de la entrevistas.

Una segunda forma de aprovechar la métrica de los cosenos se considera a continuación. Esta consiste en definir conceptos a partir de los términos más frecuentes en las entrevistas y luego indagar el grado de uso de estos términos por cada profesor. Los conceptos definidos y sus términos asociados son los siguientes:

Resolución de problemas (RP): habil, algorit, conflic, intent, metod, razon, estrateg, deduc, ejercit, conclu, contex, formu, enfrent, enunci, anali, dat, mecan, cuestion, particul, compli, ensay, logi, problem, pregunt, pens, situ, aplic, respuest, result, resolu, solucion, revis, desafi.

Prácticas pedagógicas (PP): alumn, expos, estruct, nin, planif, memoria, concepto, asignatur, propon, defini, ejercit, conclu, formu, enfrent, tare, formali, particip, tex, cuad, dinam, discut, cuestion, apoy, prof, clas, ejempl, pregunt, grup, conten, explic, evalu, respuest, guia, pizarr, activ, motiv.

Conceptos matemáticos (CM): fisic, probabl, algorit, fracc, are, demostr, formal, teorem, abtrac, anali, divisibil, formali, logarit, pendient, estadis, logic, calcul, algebr, geometri, funcion, ecuacion, primo.

Formación Inicial (FI): fisic, isabel, probabl, varg, olfos, pomare, profesional, ingenier, computacion, tesi, anali, gonzalez, informatica, japon, sot, estadis, rey, calcul, algebr, geometri, taller, mencion.

Para elegir estos términos se consideraron los 150 términos más frecuentes según Tf-idf y los 300 términos más frecuentes según Tf. Debido a que entre los términos más frecuentes según Tf aparecen muchos términos de uso común en cualquier discurso, la mayoría fueron elegidas entre las primeras 150. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para cada uno de los profesores al calcular la métrica de coseno entre el concepto y la entrevista de cada profesor utilizando la matríz Tf.

En la tabla 8.3 se presentan los resultados usando la matriz Tf (ver anexo 18). Estos datos corresponden a cuatro nuevas variables extraidas desde las entrevistas denotadas por RPtf, PPtf, CMtf y Fitf[17], respectivamente. Estas variables serán incorporadas como variables en el estudio de regresión que presentamos más adelante, en un intento de relacionar los tres aspectos principales de este estudio. También es posible analizar las correlaciones correspondientes, cuestión que hacemos más adelante.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
RPtfi	0,03	0,04	0,04	0,07	0,06	0,10	0,07	0,07	0,10	0,14	0,08	0,05	0,14	0,10	0,06	0,07	0,05	0,12	0,05	0,06	0,06	0,10	0,07	0,06	0,06	0,06	0,11	0,15	0,08	0,08
PPtfi	0,08	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,10	0,11	0,08	0,05	0,09	0,04	0,13	0,08	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,08	0,06	0,07	0,07	0,09	0,06
CMtfi	0,03	0,11	0,06	0,12	0,02	0,15	0,09	0,08	0,06	0,08	0,04	0,03	0,07	0,08	0,04	0,04	0,08	0,10	0,07	0,06	0,03	0,07	0,03	0,04	0,14	0,04	0,10	0,04	0,05	0,08
FItfi	0,02	0,04	0,06	0,13	0,06	0,08	0,10	0,12	0,07	0,03	0,16	0,05	0,05	0,09	0,05	0,07	0,06	0,04	0,04	0,06	0,06	0,09	0,09	0,11	0,15	0,07	0,09	0,07	0,16	0,06

Tabla 8.3 Valores de las variables provenientes de la ERS, matriz Tf.

En la tabla 8.4 se presentan los resultados usando la matriz Tf-idf (ver anexo 18),dando origen a las variables RPtfi, PPtfi, CMtfi y Fitfi.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
RPtf	0,12	0,12	0,07	0,11	0,15	0,16	0,10	0,13	0,14	0,17	0,11	0,13	0,17	0,13	0,11	0,13	0,10	0,12	0,09	0,13	0,11	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13	0,10	0,12
PPtf	0,22	0,16	0,18	0,14	0,19	0,17	0,17	0,19	0,18	0,14	0,19	0,22	0,19	0,19	0,15	0,21	0,16	0,19	0,16	0,15	0,20	0,22	0,17	0,17	0,20	0,20	0,19	0,18	0,22	0,17
CMtf	0,06	0,11	0,04	0,06	0,06	0,10	0,06	0,09	0,06	0,07	0,04	0,03	0,05	0,08	0,04	0,05	0,08	0,06	0,07	0,05	0,07	0,08	0,05	0,05	0,07	0,05	0,06	0,06	0,04	0,07
Fitf	0,04	0,04	0,03	0,06	0,08	0,07	0,05	0,08	0,05	0,03	0,05	0,02	0,03	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,07	0,06	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05

Tabla 8.4 Valores de las variables provenientes de la ERS, matriz Tf-idf.

Uno puede utilizar estos datos para obtener un índice asociado a la universidad donde estudiaron los profesores de la muestra, simplemente sumando los valores correspondientes. En la tabla 8.5 se presentan estos resultados, usando los datos de la tabla 8.4. Se puede observar que en la variable CMtfi, que corresponde a Conceptos Matemáticos, la universidad U1 tiene valores mayores, frente a los valores de la variable RP en que esta universidad tiene valores menores. Esto contrasta con la universidad U3 que tiene una relación inversa entre estas variables. No es posible extraer una conclusión, pero pordría esta dado indición del énfasis que cada universidad cada a estas materias en su formación inicial.

	U1	U2	U3
RPtfi	0,71	0,78	0,82
PPtfi	0,55	0,82	0,62
CMtfi	0,74	0,63	0,53
FItfi	0,84	0,63	0,71

Tabla 8.5 Variables ERS por universidad

[17] Las variables RPtf, PPtf, CMtf, FItf, RPtfi, PPtfi, CMtfi y Fitfi son referidas en la planillas excel asociadas a estas variables y a los resultados de las regresiones como Q1TF, Q2TF, Q3TF, Q4TF, Q1TFIDF, Q2TFIDF, Q3TFIDF y Q4TFIDF, respectivamente.

Reducción de dimensiones ASL en el espacio de los profesores/profesores.

El ASL permite hacer reducciones de las dimensiones de los espacios de términos (varios miles) y profesores (30), lo que ayuda a visualizar los resultados cuando se reduce a dimensión dos.

En primer lugar es necesario hacer notar que en la reducción profesor/profesor la primera dimensión[18] genera un eje asociado a la extensión de los documentos bajo análisis, según se ha reportado en (Hu et, al., 2003). En este caso los documentos son las entrevistas, que tienen una longitud variable entre 17 y 50 páginas. Cuando hacemos el cálculo de la correlación entre el largo de las entrevistas medido en el número de términos después de la eliminación de palabras no significativas y los valores del eje E1 para cada profesor se obtiene C=-0.75, lo que indica una alta relación entre estas dos variables. Por esta razón es conveniente realizar el primer análisis gráfico considerando los ejes E2 y E3, eliminando el efecto del eje E1.

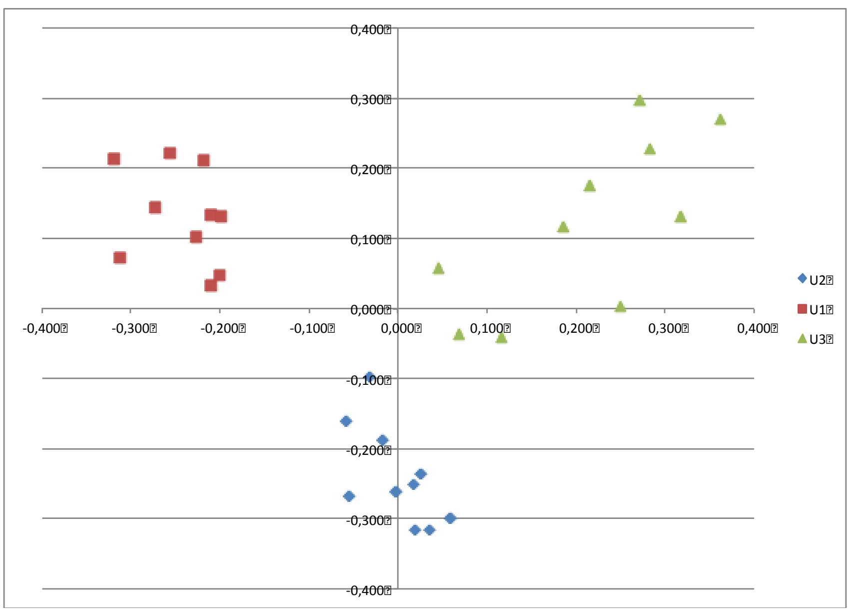


Gráfico 8.6 Profesor/profesor en ejes E2(x) y E3(y) para la ERS completa.

En el Gráfico 8.6 se presenta la proyección de los profesores sobre las dos dimensiones correspondientes a los ejes E2 y E3 para la entrevista completa. Se puede observar que estos se distinguen y agrupan claramente por universidad (aquí los 7 valores propios más grandes son 2.12, 1.08, 1.06, 1.02, 1.01, 1.00 y 0.99). Es conveniente notar que el menor de los 30 valores propios es 0.84. Es posible hacer una discusión sobre las palabras más relevantes que definen los ejes E2 y E3, pero la omitimos porque hasta el momento no hemos podido obtener información a partir de allí.

---

[18] En esta sección nos referiremos en varias oportunidades a la dimensión geométrica de las reducciones de información que se realiza en ALS, la que no debe confundirse con las tres 'dimensiones' en que se ha dividido la ERS.

Es posible presentar una reducción 2-dimensional similar, pero considerando solo los textos de cada una de las dimensiones de la ERS. En los tres gráficos siguientes se presenta dicha reducción, en la que nuevamente se consideran solo los ejes E2 y E3, eliminando el eje E1.

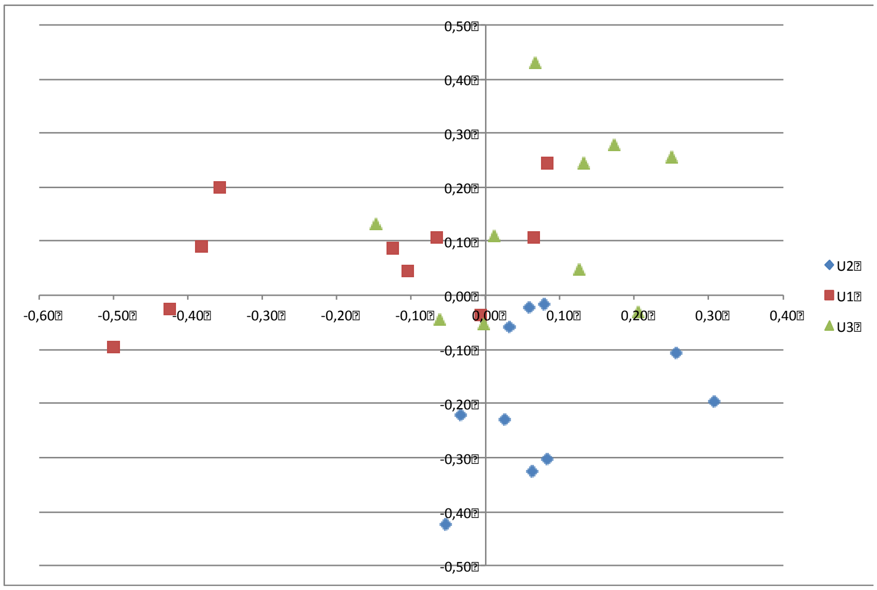


Gráfico 8.7 Profesor/profesor en ejes E2(x) y E3(y) para la Dimensión 1.

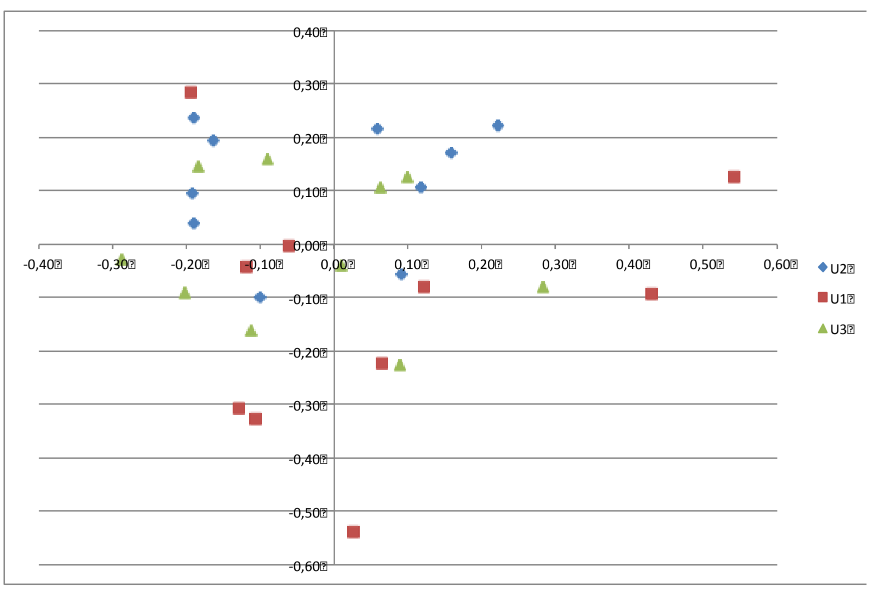


Gráfico 8.8 Profesor/profesor en ejes E2(x) y E3(y) para la Dimensión 2.

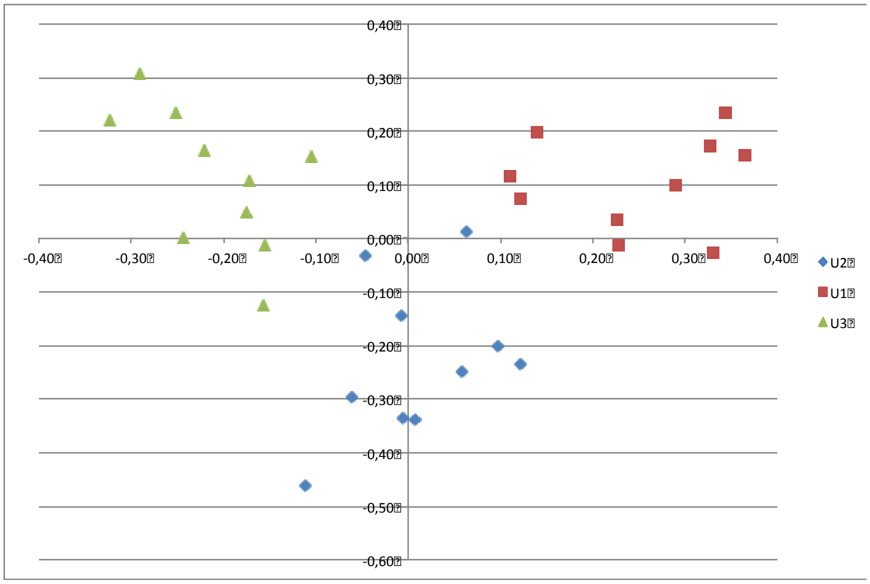


Gráfico 8.9 Profesor/profesor en ejes E2(x) y E3(y) para la Dimensión 3.

Una inspección de los gráficos permite visualizar una agrupación de los profesores considerando la universidad en la cual estudiaron en el caso de la entrevista completa (gráfico 8.6) con mayor intensidad, seguida por la dimensión 3 (gráfico 8.9), la dimensión 1 (gráfico 8.7). En el caso de la dimensión 2 (gráfico 8.8) no se observa ninguna agrupación evidente. En la búsqueda de una causa para este fenómeno se realizó un análisis de los términos que definen los ejes E1 y E2 de cada una de la proyecciones. En un primer análisis se observó la presencia de nombres de profesores de las distintas universidades y en proporciones distintas en cada caso. En un conteo que considera los 300 términos más importantes que definen cada eje se encontró que el número de profesores nombrados es el siguiente:

	ERS completa	Dimensión 1	Dimensión 2	Dimensión 3
Nº de profesores nombrados	43	16	9	38

Tabla 8.10. Número de profesores nombrados.

Se puede ver que la cantidad de profesores está en relación con el grado de definición de los grupos de profesores según la universidad donde realizaron sus estudios. Esto sugiere que son los términos asociados a los profesores los que están determinando los ejes, pero debería tenerse evidencia adicional para poder afirmarlo.
Cuando se considera el foco de la ERS completa y de cada una de las dimensiones que componen esta entrevista, se podría decir que, entre las tres dimensiones, aquella que tiene a la formación inicial como único foco es la que más agrupa por universidades.
En las dimensiones 1 y 2 se presentan situaciones y se hacen consultas sobre lo que hacen, para luego consultar ¿de dónde viene? ¿hubo cursos donde se hizo algo similar? y otras consultas similares. Es interesante notar que en la dimensión 2 hay una mención

menor de profesores que en la dimensión 1, lo que podría explicarse por el hecho que en en la primera Situación de la dimensión 1 se hace referencia a algún profesor que había sido mencionado en la plenaria del taller RP. Sin embargo, dado ese mismo hecho, y frente a la indagación del origen de la forma de enseñar, no hay mayores referencias a profesores. Esto podría estar indicando una baja relación entre la formación inicial y la forma de plantearse en el aula.
El análisis anterior sugiere la necesidad de buscar mayores evidencias para avalarlo o rechazarlo. Estas evidencias se pueden buscar por un lado analizando con mayor detalle los términos que definen los ejes y considerando la proyección en dimensiones superiores con técnicas de clustering. Y por otro lado mediante un análisis cualitativo de las entrevistas.

ASL reducción de dimensiones en el espacio de los términos/términos.
Así como se pueden proyectar los datos en el espacio de los profesores, es posible hacerlo en el espacio de los términos. Aquí se quiere explorar la posibilidad de encontrar conglomerados de términos que pudieran definir conceptos relevantes, en función de los cuales se organizan los datos.

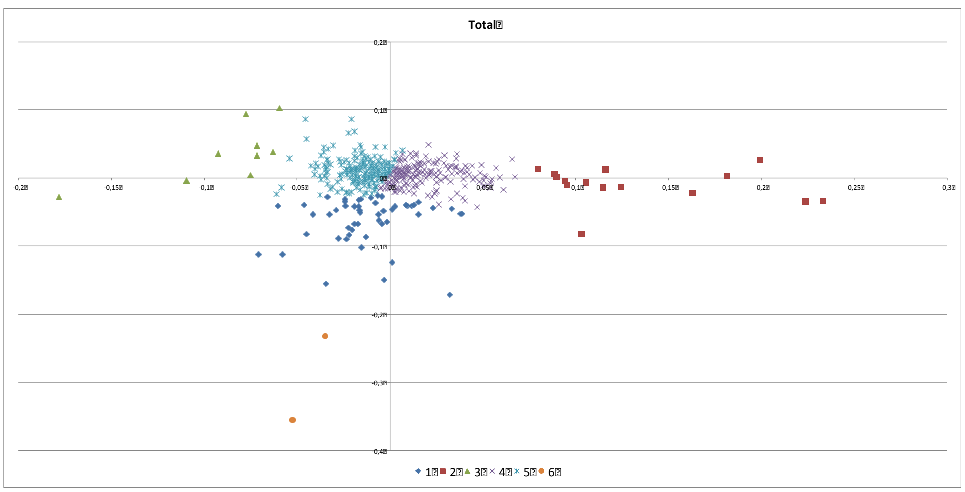


Gráfico 8.11. Proyección término/término con conglomerados.

Se realizó una proyección de los primeros 500 términos (ordenados según Tf-idf) en el plano definido por los los ejes E2 y E3. Notamos que el eje E1 está relacionado con la frecuencia en que aparece cada término en la entrevista, por eso no se considera y que se ha elegido solo 500 términos para tener un gráfico más simple. El resultado de esta proyección se presenta en la gráfico 8.11 donde además de presentan los datos organizados en conglomerados[19]. Los términos que aparecen en cada conglomerado son:

1. abord prev expos logr varg olfos utilic estructur conflict ocasión psicolog cuatr razon propon impar deduc computacion formul enfrent cuart desta puntaj mand coleg enunci tesi anali dentr element divisibil formaliz factoriz gonzalez falen organi ocurr letr cientif japon proces comprar respect sot valor pendient discut colo cuestion determin teori compli personal logic peda rect geogebr terribl usa baj cotidian inici opin prob opcion material plant registr curricul ejes regl ment proyect plenari grafic expon desafi activ entusias manej rol conduct division palabr jueg impos asum averig octav program obten ecuacion verif orient chil

[19] Para definir los conglomerados se ha usado el algoritmo *K mean.*

aterriz control espaci mod cogni introduc sobreviv neces eje treint pedagog indag apunt feliz lug oh afuer di inicial agrade pierd congruen siguient esper seman oportun cantid aquí histor reempla nombr tic intencion correg ojal educacional interaccion licenciatur lee sum util propied tutor vas juan vam muj cienci futur devol concentr posit convenc especi deriv 30 necesari conexión lej vid domin levant dorm departament sig favor constant serio gestion tiend conduc rectangul

2: isabel reflexion fundamental normal planific intent arm memori metodologi mezcl model copi divis metafor logaritm minuta rey extr ident med educacion entreg concret escol lueg cercan evalu comput comenz retroaliment agarr respond construct propuest angul japones perd muestr diri proporcion perimet

3: gener lament habil herman tradicion profesional profund benefici institut jorg asegur quint

4: fisic algoritm fraccion nin pomare incorpor recuerd fil concept metod horribl asignatur bastant principal ingenieri defini formal demostr present obvi ejercit permit context critic consider teorem psicopedagog abstrac sept tare signific portafoli web mecan ambit particip planif informat debil realid supon estadist text dinam entra particul ocurri viej articulo ensay imagin real disen apoy vaci involucr paper verd chic dibuj comp elect insegur excelent centr moned problemat equip abiert encant diari disert innov sistem comun argument vide exist rigor silenci rutin planta disposicion modul inter sent dict conjunt camin generacion cuadr marc decim mied car loc capac visual demasi anot aul materi fundament cristi aspect human jef red aprovech jov condicion lectur implement mencion met hor euclid despej herramient quer rap situ mall posterior resolu piens fom constru magist negat laboratori maravill semej asist desorde dobl neuronal repas variabil realiz interven dur divers cumpl invit rat numer viaj psu grano maner detr fij eviden mam hoj circunferen chiquitit unid necesit pesim format comprend envi extran public diferent respons institucional plana pedi muchisim demor har segu aun intuicion experiment frustr titul foment min objeto aca axiom sencill promedi descub expresion jam net transversal binomi iv cabr and cien product horari ocup decimal rev continu catedrat mentir educ pobr valid cerebr biologi cerc ruid hoyo mientr line tecnolog vulner quiebr respet digit banc cordob integr cincuent recurs percepcion oye quimic frances culp curi don

5: probabl monton lice fond are enfoc estrateg exig conclu cuadern docent dat gan regul triangul disciplin corrient simpl consegu 85 reforc tecnic actual sec trasl tar mesa ocho celul call trinomi capaz mund fich cerr prest conceptual pie pais paradigm fas full clasif apadrin biolog

6: apare lineal

Resulta difícil descubrir algún patrón entre estos términos que pudieran estar dando cuenta de un concepto identificable. En particular el disimil número de términos puede estar ayudando a esto. Un estudio incorporando más dimensiones sería pertinente para profundizar en esta dirección.

8.3. Análisis de correlaciones.

En esta sección haremos un análisis de las correlaciones entre variables de los tres aspectos principales de esta investigación con el propósito de explorar relaciones entre ellos. Para ellos se consideraron todas las variables definidas en la pauta de observación: TM, ID, TI, TG, TGC, PNI, PHP, PDR, PNR, PES, INR, PPD, R y NR (ver sección 5), todas las variables definidas para el análisis del taller de RP: NOT, AUNOT, LMAT, LDID, AUNOTTEO, GAUNOT, GLMAT, GLDID (ver sección 6) y las variables provenientes de la ERS definidas en la subsección anterior: RPtf, PPtf, CMtf, FItf, RPtfi, PPtfi, CMtfi y Fitfi. De la tabla de correlaciones entre estas 30 variables hemos considerado solo aquellas que cruzan dos aspestos del estudio, que tienen significación sobre el 5%, que tienen coherencia y son interpretables a la luz de los datos. Hemos dejado afuera de la tabla las siguientes relaciones entre variables que, siendo significativas son de dudosa interpretación, al menos en el nivel de análisis que aquí se presenta: GLDID-AUNOT, GLDID-AUNOTTEO, PPtf-LMAT, PPtf-NOT, CMtf-AUNOTTEO, FItf-PNI, FItf-PHP, FItf-PES, RPtfi-LMAT y PPtfi-PDR.
En la siguiente tabla se aprecian las correlaciones mencionadas.

Prácticas pedagógicas	Resolución de problemas	Formación inicial	Correlación
TI	AUNOTTEO		-0.49
TG	AUNOTTEO		0.42

TI	GAUNOT		-0.43
PDR		GLMAT	0.43
PDR		GLDID	0.37
TGC		GLMAT	0.38
TGC		GLDID	0.42
R		LDID	-0.42
TI		CMtf	0.48
TG		CMtf	-0.46
NR		CMtfi	-0.37

Tabla 8.12 Correlaciones signifivas que expresan relaciones entre los distintos aspectos del estudio.

En primer lugar vemos la correlación entre los tiempos de trabajo individual (TI) y trabajo en grupo (TG) de los escolares en las aulas observadas, con la percepción de los docentes sobre su desempeño en el taller de RP medida en su autonota de su trabajo en grupo y en la resolución de problemas. Se puede ver que TG se correlaciona positivamente con sus notas y TI lo hace negativamente, lo que se podría interpretar que aquellos que mejor se evaluan también fomentan trabajo colaborativo. Por otro lado los reportes de los docentes sobre el grado de incorporación de trabajo en grupo y de resolución de problemas en sus cursos de matemática y didáctica, están correlacionadas positivamente con TGC y PDR y negativamente con NR, lo cual podría estar mostrando una relación entre la práctica pedagógica que promueva el desarrollo de la RP y la formación inicial. Finalmente la variable proveniente de la entrevista, que mide el grado de incidencia de los Conceptos Matemáticos en la ERS se correlaciona positivamente con TI y negativamente con TG y NR.
Esta exploración de relaciones entres los tres aspectos importantes de nuestro estudio abre naturalmente preguntas que sería muy interesante indagar en otros estudios focalizados ¿cómo incide en la forma de enseñar la forma en que los docentes han recibido la matemática en su formación inicial? ¿puede la incorporación de la RP en algunos cursos de matemática y de didáctica tener un efecto en las oportunidades de resolver problemas que los docentes brindan a sus estudiantes?

8.4. Análisis de regresiones.

En esta subsección hacemos un análisis de regresión que tiene por objetivo intentar explicar variables de la práctica docente con las otras variables del estudio. Incluimos como variables explicativas quellas obtenidas del cuestionario inicial: Universidad, Género, Curso Observado, Eje de Contenidos Observado, Edad y Tipo de Establecimiento; las variables emanadas del taller RP: NOT, GAUNOT, Delta=AUNOT - AUNOTTEO, MAT=LMAT+ GLMAT, DID=LDID+GLDID. Las variables Delta, DID y MAT son usadas en las regresiones (ver sección 6); y las variables provenientes de la ERS: RPtf, PPtf, CMtf, FItf, RPtfi, PPtfi, CMtfi y Fitfi. Mediante un algoritmo *Backward Selection Regression,* que utiliza criterios de significación t, de ajuste R^2 modificado y Anova, se eliminan variables progresivamente hasta obtener una regresión que mejor explica la variable a explicar en función de las otras. Se realizó un intento incluyendo como variables de la ERS las coordenadas de los ejes E1 y E2 de la proyección profesor/profesor de la entrevista completa y otro intento con las variables RPtf, PPtf, CMtf y FItf para representar a la ERS y en ambos casos los resultados no fueron satisfactorios. La inclusión de las ocho variables de la ERS resultó aquella que produjo mejores resultados (ver anexo 18) y entre las variables a explicar las mejor explicadas fueron ID, TG, PES y PHP. En los cuadros siguientes hay un resumen de los resultados, donde hemos puesto en paralelo ID y TG que son variables de dinámica de clase opuestas en cuanto a promover el desarrollo de la habilidad de RP y las variables PES y PHP que se encuentran en una relación similar.

Las variables del cuestionario inicial son categóricas (excepto EDAD que se mantiene como numérica) por lo que para su tratamiento se utilizan variables *dummy*, las que definimos a continuación:

Universidad: esU1, esU2 (U3 es complementaria).

Género: esMujer (Hombre es complementaria).

Curso: esOct, esPrimM, esSegM, esTerM (se considera la variable Septimo año como complementaria. No hay datos de docente en Cuarto Medio).

Eje del Currículo: esEjeNum, esEjeAlg, esEjeGeo (Datos y Azar es Complementaria).

Tipo de Colegio: EsMun, EsPS (Particular Pagado es complementaria).

En la tabla 8.13 se muestran los elementos más importantes de las regresiones donde se indica los valores de R^2 y de F Anova, las negras indican significación 5%, todas las otras tienen significación 1%, el signo indica el signo del coeficiente de la variable en la regresión.

ID	**TG**		**PES**	**PHP**
R^2 ajust=.564	**R^2 ajust=.592**		**R^2 ajust=.809**	**R^2 ajust=.694**
F Anova=.006	**F Anova=.010**		**F Anova=.001**	**F Anova=.010**
EDAD +	EJEGEO +		Mujer -	**EJENUM +**
EJEGEO –	**NOT–**		EDAD -	EJEGEO -
NOT +	U2 **–**		EJENUM -	**Delta -**
DID –	Oct –		Delta +	NOT +
U2 +	Prim –		NOT -	MAT -
Oct +	Mun +		DID +	DID -
Prim +	PS +		U1+	U2 **+**
Mun –	**GAUNOT –**		U2 **-**	Oct +
PS –	**PPtfi** +		Prim +	**Seg -**
GAUNOT +	CMtfi–		Ter +	Ter -
PPtfi –	PPtf –		Mun +	Mun -
CMtfi +			PS +	PS -
PPtf +			RPtfi -	GAUNOT +
			CMtfi +	PPtfi -
			FItfi -	**CMtfi +**
			RPtf +	RPtf -
			CMtf -	PPtf +
			FItf +	CMtf +
				FItf -

Tabla 8.13 Resultados de las regresiones.

Observamos que las variables que se encuentran en ambas columnas simultaneamente tienen signo opuesto, salvo en la tercera y cuarta columna la variable CMtfi. Esto representa una medida de coherencia entre los datos provenientes de los distintos aspectos de la invesigación. Un hecho curioso que requiere un mayor análisis ocurre entre las variables tf y itf cuando se repiten en una misma regresión. Estas vienen con signo opuesto (excepto por CMtf-CMtfi). Esto podría ser explicado por el hecho que palabras que tienen una muy grande frecuencia TF en general tienden a ser usadas por muchos docentes y entonces por efectos de la corrección logarítmica tienen un muy menor frecuencia Tftfi. No aventuramos una interpretación de los coeficientes de las variables explicativas frente a la explicativa, pues en el corto período de análisis no se han podido considerar otras combinaciones de variables, depurar las deficiones de las variables provenientes de la ERS (se pueden mejorar los términos y definir otros), agregar solo algunas variables categóricas, etc.

Conclusiones

En esta sección hemos descrito el análisis realizado para explorar las relaciones entre los programas de formación inicial de profesores, el conocimiento que el profesor tiene de la metaria que enseña y sus prácticas pedagógicas, todo ello en relación a la resolución de problemas. Este análisis exploratorio, realizado dentro de los límites de tiempo de esta investigación, muestra una enorme riqueza de la información recopilada, la que sugiere la existencia de relaciones todavía no aparentes y que deben ser exploradas para su publicación definitiva. Además, los resultados ya sugieren otros estudios que pueden enriquecer más el conocimientos sobre estos importantes aspectos. En cuanto a la profundización de la exploración aquí iniciada tenemos.

Análisis cuantitativo: Definición de segmentos de las ERS (dimensiones) y ASL con dichos segmentos. Estudio de proyecciones ASL en dimensiones mayores y definición de aglomerados. Refinamiento de las variables RP, PP, CM y FI y estudio de sus consecuencias en las correlaciones y regresiones. Definición de nuevas variables. Análisis más detallado de regresiones considerando otras combinaciones de variables y la introducción de nuevas variables de la ERS.

Análisis cualitativo: Añadir más casos al análisis cualitativo de las prácticas pedagógicas. Análisis cualitativo de segmentos de la ERS y de las ERS completas. Estudio de casos que integre los datos de los tres aspectos de esta investigación.

9. CONCLUSIONES

A partir de esta investigación, los datos recolectados y su análisis, se pueden extraer varias conclusiones acerca de los conocimientos disciplinares de los profesores de la muestra, sus prácticas pedagógicas y sus programas de formación inicial, en relación con la resolución de problemas. Esto permite explorar y entender mejor las relaciones que pueden existir entre la formación universitaria que reciben los docentes, su competencia disciplinar y pedagógica. Es importante hacer notar que si bien esta investigación se centra en la disciplina de matemática, y específicamente en resolución de problemas, numerosos aspectos de ella tienen importancia muchos más allá de este foco. Nos referimos a la resolución de problemas como una habilidad a desarrollar en los estudiantes y a prácticas pedagógicas que la promueven, en la medida que permite desarrollar habilidades cognitivas superiores y está fuertemente ligada a la motivación y el desarrollo intelectual. Las prácticas pedagógicas analizadas aquí, como uso de preguntas, devolución de la responsabilidad, uso del error y otras, son prácticas transversales. Desde este punto de vista, sería interesante la realización de estudios similares para conocer el estado de otras habilidades en matemática y en otros sectores de aprendizaje, como ciencias sociales, lenguaje y ciencias. El contexto de esta investigación está marcado por una creciente importancia de la resolución de problemas en la matemática escolar, expresada en las Bases Curriculares.

1. En general se observa que los docentes de la muestra tienen un concepto de *problema* que, en algunos aspectos, se aleja de la concepción utilizada en el marco de esta investigación y que es cercana a la considerada en las Bases Curriculares. Pocos docentes consideran la figura del resolutor a la hora de identificar una actividad matemática como un problema o como un ejercicio y frente a la resolución de problemas con múltiples soluciones los docentes presentan limitaciones en el uso de heurísticas y un número considerable de ellos cree resolver un problema cuando encuentra una solución o sólo algunas, sin plantearse encontrarlas todas.
2. Una de las causas que podrían explicar lo mencionado en el punto 1 está en relación con el programa de formación inicial de estos docentes. La mayoría de los profesores de la muestra señalan que tuvieron pocas o ninguna oportunidad de trabajar actividades como las que se les plantearon durante el Taller de RP, así como de trabajar en grupo. Este hecho lo señalan tanto al preguntarles acerca de los cursos de matemática que recibieron, como al preguntarles acerca de los cursos relacionados con metodología o didáctica. Esto permite pensar que, durante su formación, los docentes de la muestra también tuvieron pocas oportunidades de reflexionar acerca de cómo introducir la resolución de problemas en el contexto de la enseñanza de la matemática escolar.
3. Lo anterior concuerda con lo observado en las prácticas pedagógicas, que refleja que, en general, los docentes de la muestra ofrecen pocas oportunidades para que sus estudiantes se desarrollen como resolutores de problemas, ya que la mayor parte de las actividades matemáticas que les proponen son tratadas como ejercicios y no como problemas y se deja poco espacio para que sean ellos mismos los protagonistas de las actividades, enfrentando la matemática de manera autónoma.
4. No obstante lo anterior, resaltan una variedad de prácticas pedagógicas observadas en las clases de algunos docentes de la muestra, las que promueven el desarrollo de los estudiantes como resolutores de problemas,. Estas prácticas muestran el uso de preguntas, aprovechan el error y promueven la discusión matemática estimulando el

desarrollo de la autonomía en el conocimiento. Si bien estas prácticas no cubren una variedad exhaustiva ni están todas presentes en los profesores observados, se considera importante destacarlas y que tanto los docentes como los formadores de profesores las conozcan y reflexionen sobre ellas.

10. RECOMENDACIONES PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Las recomendaciones para las políticas públicas que emanan de esta investigación están en el ámbito de la formación inicial y continua de profesores, de la evaluación de los aprendizajes escolares y sus consecuencias en las prácticas pedagógicas.

1. En cuanto a la formación inicial se recomienda que las universidades incorporen con mayor énfasis instancias en las que se reflexione acerca de la importancia del desarrollo de las habilidades matemáticas en el aprendizaje de la disciplina, en particular la resolución de problemas. Para ello recomendamos que los programas de formación de profesores ofrezcan a sus estudiantes mayores oportunidades de desarrollar sus propias habilidades para resolver problemas, esto principalmente a través de los cursos de matemática. También se recomienda que se aborde con mayor profundidad la reflexión sobre las prácticas pedagógicas que promueven el desarrollo de dichas habilidades, así como que tengan la oportunidad de poner en práctica distintas estrategias pedagógicas y de analizar lo que resulta de las mismas.
2. Conectado con esto, se recomienda que cualquier esquema de habilitación docente considere la prueba INICIA enriquecida con resolución de problemas en un formato abierto (en el caso de docentes de matemática) y una evaluación de la práctica pedagógica después de un período de ejercicio (dos años). Estas políticas deberían ser acompañadas de cambio profundos en la acreditación de las carreras de pedagogía y la incorporación de programas de inducción y mentoría a profesores nóveles.
3. En cuanto a la formación continua se recomienda que se privilegien y promuevan cursos y programas que centren sus esfuerzos en dar oportunidades a los profesores para que observen, discutan y pongan en práctica estrategias pedagógicas que promuevan el desarrollo de las habilidades matemáticas, en particular la resolución de problemas.
4. En cuanto a las evaluaciones nacionales de los aprendizajes escolares a través de instrumentos como SIMCE, se recomienda incorporar de manera importante la evaluación de las habilidades matemáticas presentadas en las Bases Curriculares. Esto es posible si se concibe la prueba SIMCE como instrumento orientado a conocer y monitorear el sistema, más allá de las escuelas, pues así se podría pasar de una prueba censal a una prueba de tipo muestral.

11. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO EN CONGRESOS Y SEMINARIOS

Este proyecto fue presentado en la sesión de Didáctica de la Matemática de las XXVI Jornada de Matemática de la Zona Sur, organizada por la Universidad Católica del Maule y celebrada entre el 24 y el 26 de abril (anexo 17). En este seminario se presentaron los instrumentos diseñados para la recolección de datos, lo que permitió que fueran discutidos con investigadores ajenos al proyecto.
Además, el estudio cuantitativo de las prácticas pedagógicas se presentó en la reunión anual de la SOCHIEM, celebrada en Santiago de Chile en diciembre de 2013.

REFERENCIAS

Alfaro, L. y Gormaz, R. (2009). Análisis comparativo de los resultados chilenos en las pruebas de Matemática SIMCE y PISA. *¿Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile? Nuevos análisis y perspectivas sobre los resultados en PISA 2006*. Unidad de Currículos y Evaluación del Mineduc, 239-260. Chile: Gráfica 7.

Ávalos, B., Carlson, B. & Aylwin, P. (2004). *La inserción de profesores neófitos en el sistema educativo: ¿cuánto sienten que saben y cómo perciben su capacidad docente en relación con las tareas de enseñanza asignadas?* Concurso Nacional de Proyectos Fondecyt Regular 2002, N° 1020218. Santiago de Chile.

Ávalos, B. y Matus, C. (2011). *La Formación Inicial Docente en Chile desde una Óptica Internacional. Informe Nacional del Estudio Internacional IEA TEDS-M (2010).* Santiago: Ministerio de Educación.

Aypay, A. (2009). Teachers' Evaluation of Their Pre-Service Teacher Training. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri/Educational Sciences: Theory&Practice*, 9 (3), 1113-1123.

Ballantyne, J. (2005). *Effectiveness of Preservice Music Teacher Education Programs: Perceptions of Early-Career Music Teachers.* PhD thesis, Queensland University of Technology.

Cisternas, T. (2011). La investigación sobre formación docente en Chile. Territorios explorados e inexplorados. *Calidad en la Educación,* 35, pp. 131-164.

Coskun, A. y Daloglu, A. (2010). Evaluating an English Language Teacher Education Program through Peacock's Model. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(6), 24-42.

Creswell, J.W. (2012). *Educational Research. Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research. 4th ed.* Boston: Pearson.

Darling-Hammond, L. (2006). Assessing Teacher Education : The Usefulness of Multiple Measures for Assessing Program Outcomes. *Journal of Teacher Education*, 57: 120-138.

Eryılmaz, A. y Ubuz, B. (2005). The Perceptions of Pre-service Teachers about the Effectiveness of Pedagogical Courses at 3.5 + 1.5 Teacher Education Program. *ICMI Study 15 Conference*(http://wwwpersonal.umich.edu/~dball/icmistudy15.html), 15-21 May, Brazil.

Espinoza, L., Barbé, J. y Gálvez, G. (2009). Estudio de fenómenos didácticos vinculados a la enseñanza de la aritmética en la educación básica chilena. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 157-168.

Flick, U. (2000). Episodic interviewing. En A. M. Bauer y G. Gaskell (Eds.). *Qualitative rearching with text, image and sound – a handbook,* 75-92. London: Sage

Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa.* Madrid: Ediciones Morata

Franke, M. L., Kazemi, E., & Battey, D. S. (2007). Mathematics teaching and classroom practices. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *The second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 225-256). Charlotte, NC: Information Age.

Hu, X., Cai, Z., Franceschetti, D., Penumatsa, P., Graesser, A.C., Louwerse, M.M., McNamara, D.S. and TRG. (2003). *LSA: The first dimension and dimensional weighting*. Proceedings of the 25th Annual Conference of the Cognitive Science Society.

Khan, S. H. y Saeed, M. (2009). Effectiveness of Pre-service Teacher Education Programme (B.Ed) in Pakistan: Perceptions of Graduates and their Supervisors'. *Bulletin of Education and Research*, 31(1), 83-98.

Kilpatrick, J., Swafford, J. & Findell, B. (Eds.) (2009). *The Strands of Mathematical Proficiency. Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics* (7th ed.), 115-155. Washington, DC: National Academy Press.

Landauer, T. K., Foltz, P. W., & Laham, D. (1998). Introduction to Latent Semantic Analysis. Discourse Processes, 25, 259-284.Preiss, D., Larraín, A. y Valenzuela, S. (2011). Discurso y Pensamiento en el Aula Matemática Chilena. *PSYKHE*, 20(2), pp. 131-146.

Mineduc (2009). *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media. Actualización 2009.* Santiago: Ministerio de Educación, República de Chile.

Mineduc (2012). *Bases Curriculares 2012. Educación Básica. Matemática*. Santiago: Ministerio de Educación, República de Chile.

Mineduc (2013). *Bases Curriculares 2013. Educación Media. Matemática*. Santiago: Ministerio de Educación, República de Chile.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. (T. Fernández-Reyes, M.). Sociedad Andaluza de Educación Matemática THALES, Sevilla, España.

Niss, M. (2002). Mathematical competencies and the learning of mathematics: the Danish KOM project. [Descargado de http://w3.msi.vxu.se/users/hso/aaa_niss.pdf el 26 de agosto de 2012].

Polya, G. (1945). *How to SolveIit.*Princeton University Press.

Preiss, D., Larraín, A. y Valenzuela, S. (2011). Discurso y Pensamiento en el Aula Matemática Chilena. *PSYKHE*, 20(2), pp. 131-146.

Sandín, M.P. (2003). *Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España.

Santos-Trigo, M. (2007). Mathematical problem solving: an evolving research and practice domain. *ZDM Mathematics Education*, 39, pp. 523-536.

Schoenfeld, A. (1985). Mathematical Problem Solving. Orlando: Academic Press.

Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata.

Varas, L., Felmer, P., Gálvez, G., Lewin, R., Martínez, C., Navarro, S., Ortiz, A., y Schwarze, G. (2008). Oportunidades de preparación para enseñar matemática de futuros profesores de educación general básica en Chile. *Calidad en la Educación*, 29, pp. 64-88.