

PRIMER AVANCE DE UN ESTUDIO SOBRE EL ROL DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LOS MATERIALES DE DISEMINACIÓN DEL CURRÍCULO CHILENO

STUDY ON THE ROLE OF PROBLEM SOLVING IN THE DISSEMINATION
MATERIALS OF THE CHILEAN CURRICULUM (ADVANCE)

Daniela Olivares Díaz
Isidoro Segovia Alex

Universidad de Granada

Proceso editorial

Recibido: 13/11/2018

(30/07/2018)

Aceptado: 13/11/2018

Publicado: 11/12/2018

Contacto

Daniela Olivares Díaz

danielaod@correo.ugr.es

isegovia@ugr.es

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO | HOW TO CITE THIS PAPER

Olivares Díaz, D., Segovia Alex, I. (2018). Primer avance de un estudio sobre el rol de la resolución de problemas en los materiales de diseminación del currículo chileno. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 25: 319-337.

PRIMER AVANCE DE UN ESTUDIO SOBRE EL ROL DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LOS MATERIALES DE DISEMINACIÓN DEL CURRÍCULO CHILENO

STUDY ON THE ROLE OF PROBLEM SOLVING IN THE DISSEMINATION MATERIALS OF THE CHILEAN CURRICULUM (ADVANCE)

Resumen

El presente trabajo es la primera parte de un estudio cualitativo cuyo objetivo es analizar cómo se abordan algunos aspectos de la resolución de problemas en documentos de diseminación del currículo chileno. Éste se eligió por su alto nivel prescriptivo (Oliva, 2017), pero que sin embargo se encuentra en el tercil más bajo de los resultados PISA (Piñeiro, Castro-Rodríguez, y Castro, 2016). Nos preguntamos, ¿qué rol juega la resolución de problemas en estos documentos? El marco teórico considera la definición de problemas del NCTM (2003), las concepciones sobre su uso en el aula de Schroeder & Lester (1989), la clasificación de tipos de problemas propuesta por Zhu & Fan (2006) y los aportes sobre la resolución de problemas en el currículo de Stacey (2005), Leong *et al.* (2016) y Piñeiro *et al.* (2016). Como resultado de esta primera parte se ha elaborado un sistema de categorías para realizar el análisis.

Palabras clave: Matemáticas; currículo; resolución de problemas; análisis.

Abstract

This paper is the first part of a qualitative study whose objective is to analyze how aspects of problem solving are addressed in dissemination documents of the Chilean curriculum. This one was chosen because of its high prescriptive level (Oliva, 2017), but that nevertheless is found in the lowest tertile of the PISA results (Piñeiro, Castro-Rodríguez, y Castro, 2016). It is worth asking then, what role does the resolution of problems play in these supporting documents? Our theoretical framework considers the definition of problem solving of the NCTM (2003), the conceptions about its use in the teaching of mathematics by Schroeder & Lester (1989), the classification of types of problems proposed by Zhu & Fan (2006) and contributions about solving problems in the curriculum by Stacey (2005), Leon *et al.* (2016) and Piñeiro *et al.* (2016). As a result of this first part, a system of categories has been developed.

Keywords: Mathematics; curriculum; problem solving; analysis.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La resolución de problemas es un aspecto central para las matemáticas y su enseñanza a nivel escolar (Castro, 2008), lo cual es destacado en documentos curriculares, pruebas internacionales e investigaciones. Desde principios de los 80, el NCTM recomienda que la resolución de problemas sea el foco de las matemáticas escolares, sugiriendo que el currículo debe organizarse alrededor de ésta, y que deben desarrollarse materiales curriculares apropiados para trabajarla en todos los niveles (NCTM, 1980). El programa PISA considera que los estudiantes deben aprender a matematizar como objetivo básico, y en TIMSS, la resolución de problemas es un aspecto presente en todos los dominios evaluados. Por otro lado, en investigaciones como las de Anderson (2014), Leong *et al.* (2016) y Stacey (2005) se manifiesta la relevancia del estudio de la incorporación de la resolución de problemas al currículo, aunque también se destaca la necesidad de continuar investigando dado lo esquivo que resulta conseguir su incorporación efectiva en la enseñanza (Stacey, 2005).

En este tipo de investigaciones también se da a conocer la importancia que adquiere la resolución de problemas en las normativas curriculares y lo explícito que se torna en los documentos de distintos países. Por ejemplo, en Piñeiro, Castro-Rodríguez y Castro (2016) se encontró que el nivel de concreción de 6 currículos no guarda relación con los resultados de sus países en la prueba PISA. Entonces, a pesar de tener currículos más o menos explícitos, ¿cómo se lleva la normativa curricular a la práctica?

Leong *et al.* (2016) manifiestan que entre los retos estructurales para una real incorporación al currículo, se encuentra el modelo con que éste se disemina. Los materiales de diseminación del currículo constituyen un paso intermedio ente la normativa curricular y su implementación en el aula, son fundamentales en la diseminación de los cambios y propuestas que la administración quiera implementar (Area, 2000) y constituyen un paso crítico en la traducción que se haga a la práctica (Leong *et al.*, 2016), ya que son el medio a través del cual se transmite la visión de currículo que tienen sus diseñadores. Por lo tanto, cabe preguntarse, ¿qué visión sobre la resolución de problemas se refleja en los materiales de diseminación? ¿Es coherente con lo expuesto en la normativa oficial? ¿Qué características relacionadas con el currículo adquiere la resolución de problemas? ¿Entregan suficientes orientaciones para los profesores? ¿Qué tipo de problemas se promueven?

Para este trabajo se ha escogido analizar el caso chileno, debido al interés personal de una de las autoras. A esto se le suma que Chile tiene una normativa altamente explícita (Oliva, 2017). El currículo actual de la educación básica está vigente desde 2012. Luego de haber sido decretado, el Ministerio de Educación puso a disposición

de los profesores una serie de documentos de apoyo a su implementación (MINE-DUC, 2012). Una muestra de estos será analizada para intentar dar respuesta al problema. En el presente artículo se da a conocer la primera parte de este proceso, consistente en el diseño de un sistema de categorías que permita llevar a cabo el análisis.

Objetivo general

El objetivo general que guiará el estudio global, del cual este trabajo refleja una primera etapa, es:

Analizar cómo se abordan aspectos de la resolución de problemas en los documentos de apoyo al currículo oficial para el profesorado en Chile.

Objetivos específicos del estudio global

1. Determinar las concepciones acerca de la resolución de problemas que se sugiere a los docentes poner en práctica a través de estos materiales.
2. Analizar las características que tiene la incorporación de la resolución de problemas en el currículo oficial y sus documentos de apoyo.
3. Identificar el tipo de problemas que abordan los documentos de apoyo al profesorado chileno.
4. Comparar el nivel de explicitación y coherencia de la resolución de problemas en los documentos de apoyo con lo declarado en el currículo oficial (Bases Curriculares).

Como se ha indicado, en esta primera etapa del trabajo construimos un instrumento constituido por un sistema de categorías que permitirán dar respuesta a los objetivos, posteriormente.

MARCO TEÓRICO

Los problemas matemáticos y la resolución de problemas

Con respecto al concepto de problema, no existe una sola definición. Distintos autores han propuesto definiciones diversas. Para Schoenfeld (1985), definir problema es un asunto relativo, ya que una tarea puede ser problemática para una persona y para otra no, y por tanto un problema no es inherente a una propiedad matemática. En la misma línea, según Liljedahl, Santos-Trigo, Malaspina, & Bruder (2016), un problema es una tarea que no puede ser resuelta mediante un esfuerzo directo. Re-

quiere de creatividad y depende del resolutor si para él implica un esfuerzo mayor o menor. Dentro de la variedad de definiciones que existen, un elemento de consenso parece ser la no existencia de un camino previo o método que permita encontrar la solución cuando nos enfrentamos a un problema. Así lo señalan Resnick & Glaser (1976, en Liljedahl *et al.*, 2016), Chapman (2015), Charles & Lester (1982, en Chapman, 2015), entre otros. Por lo tanto, la existencia o no de un problema va a depender de quien se enfrente a él, ya que para un estudiante de un curso avanzado que posea los conocimientos y la forma de resolverlo, un problema no va a ser tal, como sí lo sería para un alumno de un curso inferior que aún no sepa cómo encontrar la solución (Schoenfeld, 1985).

En cuanto al término 'resolución de problemas' ocurre una situación similar. Ayllón (2012), haciendo una revisión sobre lo que distintos autores consideran lo que es resolver un problema, identifica tres posturas: en primer lugar, como una actividad mental que pone en juego un resolutor desde que se le presenta un problema, lo asume como tal, lo quiere resolver y considera acabada la tarea (Puig, 1993, citado en Ayllón, 2012); en segundo lugar, como una tarea que el resolutor puede comprender debido a su aprendizaje previo, pero no cuenta con un método directo para resolverla, lo que le causa cierto grado de confusión. La resolución de problemas consistiría en el proceso por el que se libra de su contrariedad (Contreras, 1998 en Ayllón, 2012); en tercer lugar, como el proceso en donde se aplican conocimientos previos en situaciones nuevas no familiares (Agré, 1982, citado en Ayllón, 2012). En este trabajo se tomará en cuenta la definición dada por el NCTM y citada en Chapman (2015, pág.20): "una genuina resolución de problemas implica involucrarse en una tarea para la cual el método de solución no se conoce de antemano". Esta definición se acerca a la segunda postura identificada por Ayllón.

Tipos de problemas matemáticos

Si no es posible encontrar una única definición de problema o sobre resolución de problemas, menos aún hay consenso sobre una clasificación de los problemas matemáticos. Zhu & Fan (2006), en sus estudios sobre resolución de problemas en libros de texto, proponen una clasificación general que incluye: a) Problemas rutinarios versus no rutinarios b) Problemas tradicionales versus no tradicionales c) Problemas de final cerrado versus final abierto d) Problemas de aplicación versus sin aplicación e) Problemas de un paso versus múltiples pasos f) Problemas con datos suficientes, con datos superfluos, problemas con datos insuficientes. A continuación se comentan algunas precisiones:

En primer lugar, Polya (1966 en Kilpatrick, 2016) señala que la diferencia más importante a tener en cuenta es entre los problemas rutinarios y no rutinarios. Los

problemas no rutinarios exigen creatividad y originalidad, y permiten experimentar el descubrimiento y el triunfo. En los problemas rutinarios la relación entre el contexto de los datos y el procedimiento para encontrar la solución es fácil de apreciar, y son este tipo de problemas los que predominan en la enseñanza (Verschaffel *et al.*, 1999).

Acerca de los problemas abiertos o cerrados, son varios los autores que establecen una diferencia entre los problemas en base a la cantidad de posibles respuestas. Un problema de final cerrado es aquel que sólo tiene una respuesta correcta (Chapman, 2015; Pehkonen, 1997 en Zhu & Fan, 2006). En cambio, un problema de final abierto tiene un punto de partida claro, pero no un final, es decir, puede tener múltiples posibles respuestas correctas (Chapman, 2015; Kilpatrick, 2016; Levenson, 2013). Hoy en día autores como Chapman (2015), Guberman & Leikin (2013) y Stacey (2005) abogan por el uso de problemas abiertos, no rutinarios, para desarrollar la competencia matemática, la creatividad y el razonamiento y enfatizan la necesidad de que los profesores comprendan su naturaleza.

En cuanto a la diferencia entre problemas tradicionales y no tradicionales, Zhu & Fan establecen que puede haber 4 subtipos de problemas no tradicionales, que comúnmente no aparecen en el currículo o los libros de texto: invención de problemas, problemas tipo puzzle (como los usados en las matemáticas recreativas), proyectos y problemas tipo diario, en donde los estudiantes tienen que escribir sus ideas, dudas, reflexiones, entendimiento o nuevo aprendizaje.

Los problemas sin aplicación no están directamente relacionados con ningún aspecto de la vida real (Zhu & Fan 2006). En cambio los problemas de aplicación abordan situaciones factibles de aparecer en la vida real, ya sean ficticias o reales. El marco teórico de PISA considera el situar los problemas en la vida real como una característica del hacer matemáticas (Rico, 2006), y establece cuatro tipos de situaciones que le dan contexto a un problema: personales, educativas o laborales, científicas o públicas.

Los problemas de una etapa se pueden resolver mediante una sola operación. Cuando se trata de problemas aritméticos de enunciado verbal, se distinguen dos partes, una contiene la información del problema y la otra es la pregunta, y hay siempre dos datos (excepto datos redundantes) (Puig y Cerdán, 1988). Los problemas de más de una etapa requieren más de una operación para ser resueltos, hay más de dos datos, y la relación entre estos y la incógnita es más compleja (Puig y Cerdán, 1988). Castro (1994) utiliza para este tipo de problemas la denominación de 'problemas simples y compuestos', ya que establece una diferencia entre las etapas y los pasos que son necesarios para resolver un problema.

Con respecto a la suficiencia de los datos, Zhu & Fan (2006) señalan que los problemas con datos suficientes contienen exactamente los datos necesarios para ser resueltos. Los datos con problemas superfluos contienen más información de la necesaria. Y en los problemas con datos insuficientes no se encuentra la información necesaria para resolverlos, ni es posible que el resolutor pueda completar esos datos.

La resolución de problemas en la educación matemática

Existe acuerdo al considerar la resolución de problemas como central para las matemáticas a nivel escolar (Castro, 2008). Ya desde principios de 1980, el NCTM recomienda que la resolución de problemas sea el foco de las matemáticas escolares, sugiriendo que el currículo de matemáticas debe organizarse alrededor de la resolución de problemas, y que deben desarrollarse materiales curriculares apropiados para trabajarla (NCTM, 1980). Posteriormente el Informe Cockcroft acoge la resolución de problemas como consustancial a la Matemática, otorgándole la responsabilidad de darle sentido a su aprendizaje, en la medida que sus contenidos puedan aplicarse a situaciones concretas, siempre que los problemas no sean la simple repetición de ejercicios practicados (Cockcroft, 1985).

Las evaluaciones internacionales también coinciden en la importancia de la resolución de problemas. El programa PISA considera que los estudiantes deben aprender a matematizar como objetivo básico, es decir, llevar a cabo procesos de modelización y resolución de problemas (Rico, 2006). En su marco teórico de 2015 se señalan 7 capacidades fundamentales para una alfabetización matemática, todas ellas relacionadas con la resolución de problemas (OECD, 2013): comunicación, matematización, representación, razonamiento y argumentación, idear estrategias para resolver problemas, uso de lenguaje y operaciones simbólicas, formales y técnicas, y uso de herramientas matemáticas.

Concepciones de la resolución de problemas en la educación matemática

Aunque la importancia de la resolución de problemas es reconocida en diversas instancias, ésta puede adoptar distintas formas al ser aplicada a la enseñanza. Schoenfeld (1992) hace un análisis de diferentes concepciones sobre la resolución de problemas en el aula, y las clasifica basándose en dos acepciones que entrega Webster's (1979, citado en Schoenfeld, 1992) para el término 'problema': la primera dice que en matemáticas, es cualquier cosa que requiera ser hecha o que requiere hacer algo. La segunda define a un problema como una pregunta desconcertante. De acuerdo a esta clasificación, Schoenfeld señala que la primera es como tradicionalmente se aborda la resolución de problemas, enseñando primero el contenido,

luego la estrategia para resolver un problema, y finalmente presentando problemas a los estudiantes para aplicar lo aprendido. Dentro de esta acepción, es posible encontrar la siguiente subclasificación (Stanic & Kilpatrick, 1989 en Schoenfeld, 1992)

- La resolución de problemas como contexto:
 - Como una justificación para enseñar matemáticas (convencer a maestros y estudiantes sobre el valor de la matemática).
 - Para entregar motivación sobre temas específicos.
 - Como recreación (mostrar que la matemática puede ser 'entretenida').
 - Como práctica de un contenido trabajado.
- La resolución de problemas como habilidad:
 - Un número de habilidades a ser enseñadas en el currículo escolar. Implica llegar a resolver problemas no rutinarios después de problemas rutinarios y después de aprender conceptos y habilidades básicos. Se enseñan estrategias heurísticas para desarrollar la habilidad, por ejemplo, las sugeridas por Polya (1965).

En la segunda acepción de Schoenfeld (1992) se encuentra lo que Stanic & Kilpatrick llaman 'la resolución de problemas como un arte'. Esta concepción se trataría de la esencia de la matemática, la cual implicaría:

- La resolución de problemas como un arte:
 - Enseñar contenido matemático estándar a través de la resolución de problemas no rutinarios. Los problemas aparecen de forma regular. Se usan problemas para enseñar nuevos conceptos. El conocimiento matemático surge a medida que se solucionan problemas.

Las tres concepciones sobre la resolución de problemas coinciden con las propuestas por Schroeder & Lester (1989): a) la enseñanza de la matemática 'para' resolver problemas (enseñar contenidos y procedimientos para luego resolver problemas), b) la enseñanza 'sobre' la resolución de problemas (enseñar heurísticas y estrategias para desarrollar la habilidad), c) la enseñanza 'a través' de la resolución de problemas (enseñar nuevos contenidos matemáticos a través de la resolución de problemas).

Actualmente existen defensores del uso de la última concepción como la forma en que se debería enseñar la matemática, como una forma de promover el aprendizaje del contenido regular del currículo y desarrollar habilidades estratégicas y de metacognición (Leong *et al.*, 2016; Schoenfeld, 1992; Schroeder & Lester, 1989; Stacey, 2005).

La resolución de problemas en el currículo

De acuerdo a la literatura, existen ciertas características que debieran tomarse en cuenta al incorporar la resolución de problemas al currículo. Una de ellas es el nivel de imbricación que tiene con respecto a la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. En la enseñanza la resolución de problemas debe ser un elemento que permita cubrir contenidos, y no tratarse como un elemento aparte (Leong *et al.*, 2016; Stacey, 2005). Desde el punto de vista del aprendizaje, se promueve que los estudiantes aprendan nuevos conocimientos y 'hagan matemáticas' resolviendo problemas como actividad principal, en una variedad de situaciones matemáticas, de otras disciplinas y de la vida real (NCTM, 2003; OECD, 2013; Stacey, 2005). En cuanto a la evaluación, la resolución de problemas, como un aspecto procesual del currículo, debería ser considerado a la par que el resto de los contenidos (Stacey, 2005).

Los Principios y Estándares del NCTM (2003) en su Principio Curricular sugieren otros aspectos, señalando que el currículo debe ser coherente para que los estudiantes puedan tener una comprensión profunda y desarrollen más habilidades para aplicar la matemática. Además esta coherencia y conexión entre ideas deberían estar destacadas en el currículo y el material de enseñanza. En este mismo documento además, aparece la resolución de problemas como un Estándar para todos los niveles escolares. En su descripción se señala que

Resolver problemas no es sólo un objetivo del aprendizaje de las matemáticas, sino también una de las principales maneras de hacerlo. Los alumnos deberían tener frecuentes oportunidades de formular problemas complejos, de enfrentarse a ellos y de resolverlos –problemas que requieran una cantidad considerable de esfuerzo (...). La resolución de problemas constituye una parte integral de todo el aprendizaje de las matemáticas, y por eso no debería ser una parte aislada del programa de esta disciplina. (NCTM, 2003, pág. 55)

Otro aspecto importante es la ubicación temporal que ocupan los problemas en el tratamiento de un tópico. De acuerdo al momento en que se haga, la resolución de problemas puede ser utilizada para alcanzar determinados objetivos instruccionales (Leong *et al.*, 2016,). Por ejemplo, si los problemas son ubicados al inicio del tratamiento de un tema, éstos pueden ser usados para traer al presente conocimientos previos, como introducción y motivación para un nuevo tema o para descubrir y abordar nuevos contenidos a través de su resolución. Pero si el mismo problema fuese situado al final del desarrollo del tema, a modo de aplicación de los contenidos, éste pierde su característica de no rutinario, y por lo tanto deja de ser un verdadero problema (Leong *et al.*, 2016,).

El conocimiento de los profesores sobre la resolución de problemas: orientaciones que entrega el currículo

Con respecto al conocimiento que deben tener los profesores sobre la resolución de problemas, para poder implementarla dentro del currículo de una manera efectiva, los documentos que apoyan su implementación debieran entregar ciertas orientaciones que permitan a los profesores hacer una adecuada interpretación.

Un aspecto a tener en cuenta es el progreso de los estudiantes (NCTM, 2003). Según Stacey (2005), debería haber una guía que mostrara de qué forma el tipo de preguntas cambia a medida que avanzan los alumnos, o de qué manera se puede apoyar al estudiante cuando éste formula sus propias preguntas, para que éstas progresen en sofisticación. Además, según Leong *et al.* (2016), los profesores necesitan ver cómo un problema en particular se ajusta de una manera lógica dentro de la progresión de todo un tema. De esta forma es más fácil comprender su objetivo instruccional y poder ver la resolución de problemas como una forma de cubrir contenidos.

Piñeiro *et al.* (2016), tomando como base la investigación de Chapman (2015), Schoenfeld (1992), Castro (2008) y Kilpatrick (1978), elaboran un sistema de categorías que considera distintos conocimientos que debieran tener los profesores sobre la resolución de problemas, relacionados con su concreción en el currículo. Los aspectos considerados son: los problemas matemáticos (estructura y clasificación), la resolución de problemas matemáticos (desde la perspectiva de quien los resuelve), la invención de problemas, formas de pensar la resolución de problemas (dificultades, heurísticas, características de los resolutores exitosos, etc.), formas de trabajar la resolución de problemas y factores afectivos y creencias.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño del estudio

Este estudio tiene un enfoque cualitativo, interpretativo. La investigación es de tipo descriptiva. Debido a que se trata de una investigación de tipo cualitativa-descriptiva, no se plantean hipótesis.

Variables

Las variables consideradas surgen a partir de los objetivos que guían la investigación. Del objetivo específico 1, surge la variable 'Concepciones sobre la resolución de problemas en la enseñanza'.

Del objetivo específico 2, surge la variable 'Características de la incorporación de la resolución de problemas al currículo'.

Del objetivo específico 3, surge la variable 'Tipos de problemas matemáticos incluidos en el currículo'.

Población y muestra

Población

Como se señaló, Chile es uno de los países con el currículo más explícito en cuanto a la resolución de problemas. Esto se evidencia en la diversidad de documentos en los cuales se apoya la implementación de la normativa oficial. Según el Ministerio de Educación las "Bases Curriculares, los Planes y Programas de Estudio, los Estándares Educativos, los Textos Escolares y los Centros de Recursos para el Aprendizaje son herramientas a disposición de las comunidades educativas para apoyar el día a día en los establecimientos educacionales" (MINEDUC, 2018, p.2). Todos estos materiales prescriben de manera detallada la manera en que ha de llevarse a cabo la enseñanza. Los documentos más relevantes son:

- Ley General de Educación.
- Bases Curriculares.
- Programas de Estudio.
- Material pedagógico para el aula.
- Estándares de Aprendizaje.
- Prueba SIMCE (Informes de resultados).
- Estándares Orientadores para Egresados de Carreras de Pedagogía.

Muestra

De los documentos señalados, para el estudio se ha considerado una muestra centrada en el 4º año de educación básica, que se corresponde con 4º de Educación Primaria en España. Este curso resulta de interés en el contexto chileno ya que corresponde aplicar la evaluación nacional SIMCE en matemáticas, y por lo tanto, es posible encontrar todos los tipos de documentos señalados en el apartado anterior.

La información contenida en la muestra se puede clasificar en dos tipos:

a) Información que trata sobre la resolución de problemas: corresponde a información que describe cómo abordar la resolución de problemas, relacionada con qué contenidos y objetivos, sugerencias didácticas y conocimientos debe tener el

profesor. A este tipo de información se aplicará la categorización de la variable 1 y la variable 2.

b) Problemas matemáticos propiamente tales: corresponde a ejemplos de problemas matemáticos, y por lo tanto se pueden clasificar de acuerdo a sus características. Este tipo de información será categorizada de acuerdo a la variable 3.

RESULTADOS DE LA PRIMERA PARTE DEL ESTUDIO: CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO DE ANÁLISIS

A partir de las variables señaladas anteriormente, y en base a lo expuesto en el marco teórico, se construyó un instrumento para el análisis de la información. Así, siguiendo una metodología cualitativa, por cada variable quedaron establecidas sus dimensiones, que corresponden a variaciones de cada variable según contextos (Penalva, Alaminos, Francés, y Santacreu, 2015). Por cada dimensión además se presenta un conjunto de categorías asociadas. Las categorías son conceptos que surgen de los datos que agrupan a los objetos de significado similar o relacionado (Penalva *et al.*, 2015). Estas categorías tienen unas propiedades o rasgos que las definen.

De acuerdo a la revisión de la literatura, cada variable quedó compuesta por las dimensiones y categorías que se presentan en la tabla 1. La primera variable considera las concepciones de Schoenfeld (1992) y Schroeder & Lester (1989), que concuerdan entre sí y son ampliamente usadas en la literatura. Schoenfeld por un lado señala que un problema se puede entender como algo que simplemente requiere ser hecho (en donde cabe concebir un problema como contexto 'para' enseñar contenido o como una habilidad 'sobre' la cual se tiene que enseñar). Por otro lado indica que un problema se puede concebir como una pregunta desconcertante, 'a través' de la cual se pueden aprender nuevos contenidos.

Las categorías de la segunda variable surgen de una revisión de la literatura que aborda la manera en que se debería incluir la resolución de problemas dentro del currículo. El mismo procedimiento se usó con la tercera variable. Las categorías seleccionadas son las que se pueden aplicar a problemas de cualquier contenido matemático. Para este trabajo quedan fuera categorías que son aplicables a un solo tipo de contenido, por ejemplo, clasificaciones sobre problemas aritméticos que no se podrían aplicar a contenidos de geometría o probabilidad.

Tabla 1. Variables consideradas y sus dimensiones y categorías

Variable	Dimensión	Categoría
Concepciones sobre la resolución de problemas matemáticos	Concebir el problema como algo que requiere ser hecho Schoenfeld (1992)	Enseñar 'para' resolver problemas. Schroeder and Lester (1989) Enseñar 'sobre' la resolución de problemas. Schroeder and Lester (1989)
	Concebir el problema como una pregunta desconcertante Schoenfeld (1992).	Enseñar 'a través' de la resolución de problemas. Schroeder and Lester (1989)
Características de la incorporación de la resolución de problemas al currículo	Evidencias de imbricación en el currículo Basado en: Stacey (2005), Leong <i>et al.</i> (2016)	Imbricación en la enseñanza.
		Imbricación en el aprendizaje.
		Imbricación en la evaluación.
	Lugar de la resolución de problemas en el desarrollo de las unidades. Basado en Leong <i>et al.</i> (2016)	Resolución de problemas al inicio de las unidades.
		Resolución de problemas durante el desarrollo de la unidad.
		Resolución de problemas al final de las unidades.
	Entrega de orientaciones para los profesores	Progreso de los estudiantes.
		Rol de la resolución de problemas en el desarrollo de un tópico.
		Orientaciones sobre la naturaleza de los problemas matemáticos. (Piñeiro <i>et al.</i> , 2016)
		Orientaciones sobre la resolución de problemas matemáticos. (Piñeiro <i>et al.</i> , 2016)
		Invención de problemas. (Piñeiro <i>et al.</i> , 2016)
		Formas de pensar la resolución de problemas. (Piñeiro <i>et al.</i> , 2016)
		Formas de trabajar la resolución de problemas (Piñeiro <i>et al.</i> , 2016)

Tipos de problemas matemáticos incluidos en el currículo Basado en Zhu & Fan (2006)	Tipos de problemas según el conocimiento de su método de solución	Problemas rutinarios (no verdaderos problemas)
		Problemas no rutinarios
	Tipos de problemas según la estrategia metodológica	Problemas tradicionales
		Problemas no tradicionales
	Tipos de problemas según la cantidad de respuestas posibles	Problemas cerrados
		Problemas abiertos
	Tipos de problemas según el tipo de situación que aborda (PISA)	Problemas sobre situaciones personales
		Problemas sobre situaciones educativas o laborales
		Problemas sobre situaciones públicas
		Problemas sobre situaciones científicas
	Tipos de problemas según la cantidad de operaciones necesarias para resolverlos (Castro, 1994)	Problemas simples
		Problemas compuestos
	Tipos de problemas según la suficiencia de datos	Problemas con datos suficientes
		Problemas con datos superfluos
		Problemas con datos insuficientes
	Tipos de problemas según el tópico que abordan	Problemas Aritméticos
		Problemas Algebraicos
		Problemas Geométricos
		Problemas de Medición
		Problemas de Estadística y Probabilidad

Con las categorías presentadas se elaboró un instrumento en donde además se entregan indicadores para identificar las categorías en los distintos documentos,

y ejemplos para facilitar su aplicación. Por ejemplo, para la categoría 'Enseñar a través de la resolución de problemas', se proporcionan los siguientes indicadores:

- Se enseña contenido matemático estándar a través de la resolución de problemas no rutinarios.
- Los problemas aparecen de forma regular, como parte esencial de la enseñanza.
- Se usan problemas para enseñar nuevos conceptos.
- El conocimiento matemático surge a medida que se solucionan problemas como metodología de enseñanza.

Rigor y validez del instrumento

Para asegurar el rigor del instrumento construido se utilizó el índice *kappa* de Cohen, que mide la concordancia entre dos codificadores, ajustando el efecto del azar. Según Landis & Koch (1977), el índice se puede interpretar de acuerdo a la tabla 2.

Tabla 2. Tabla para interpretar el índice kappa de Cohen, propuesta por Landis & Koch (1977)

Kappa	Grado de acuerdo
< 0,00	Sin acuerdo
>0,00 - 0,20	Insignificante
0,21 - 0,40	Discreto
>0,41 - 0,60	Moderado
0,61 - 0,80	Sustancial
0,81 - 1,00	Casi perfecto

Para obtener este índice, se llevó a cabo un procedimiento de chequeo cruzado (Hernández-Sampieri et al., 2014), es decir, codificaciones del mismo material por distintos investigadores. Como una medición preliminar, en fases tempranas de la investigación se aplicó el instrumento a una parte del documento Bases Curriculares, y se le pidió a dos codificadores que lo aplicaran al mismo documento. Las categorías se aplicaron a 14 citas. Una cita corresponde a un fragmento de texto (oración, frase) que trata sobre la resolución de problemas. El resultado arrojó un índice *kappa* de 0,398, lo que corresponde a un grado de acuerdo discreto. Parte de este resultado se puede deber a la poca cantidad de citas analizadas. Sin embargo esta aplicación temprana sirvió para identificar categorías e indicadores clave que

podían confundirse (por ejemplo, cuándo identificar evidencias de imbricación de la resolución de problemas en la enseñanza o en el aprendizaje), y para determinar la necesidad de agregar ejemplos para una mejor comprensión.

A partir de los anteriores resultados se refinó el instrumento. Se clarificaron algunas categorías y se agregaron ejemplos demostrativos para cada una. Se explicó en detalle el instrumento a un tercer codificador (diferente de los anteriores) y se aplicó al documento Bases Curriculares completo y a una unidad didáctica del documento Programa de Estudio. En total se compararon 54 citas, dando índice *kappa* de 0,823.

En cuanto a la validez, ésta se refiere al “grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (Hernández-Sampieri et al., 2014, pág. 200). En esta investigación, para resguardar la validez del instrumento se apeló a su validez de contenido. El método utilizado fue hacer una revisión de la literatura sobre la resolución de problemas e identificar las dimensiones y categorías más destacadas para cada una de las tres variables.

CONCLUSIONES Y TRABAJO PRÓXIMO

En este artículo se ha pretendido dar a conocer la primera parte de un trabajo de investigación que se encuentra actualmente en desarrollo, consistente en la revisión de la literatura y proceso de diseño de un sistema de categorías que permita analizar el rol de la resolución de problemas en el currículo chileno y sus materiales de diseminación.

La revisión de la literatura muestra la cantidad de aspectos relacionados con la resolución de problemas y que podrían considerarse para analizar el currículo. A partir de allí, y de las preguntas y objetivos que guían la investigación se han derivado las variables y sus categorías más importantes para construir el instrumento final. Se concluye que el instrumento es válido para su aplicación.

La siguiente etapa consistirá en analizar la muestra seleccionada, y en caracterizar el rol que juega la resolución de problemas en el sistema curricular chileno a partir de los resultados que se obtengan.

REFERENCIAS

- Anderson, J. (2014). Forging New Opportunities for Problem Solving in Australian Mathematics Classrooms through the First National Mathematics Curriculum. En Li, Y. & Lapan, G. (Eds.) *Mathematics Curriculum in School Education* (pp. 209-

- 229). Dordrecht: Springer. Recuperado de: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-007-7560-2_11
- Area, M. (2000). Los materiales curriculares en los procesos de diseminación y desarrollo del currículum. En Escudero, J. (Ed.), *Diseño, desarrollo e innovación del currículum* (pp. 189-208). Madrid: Síntesis.
- Ayllón, M. (2012). *Invención-resolución de problemas por alumnos de educación primaria*. (Tesis Doctoral) Universidad de Granada. Granada.
- Castro, E. (1994). *Niveles de comprensión en problemas verbales de comparación multiplicativa*. (Tesis Doctoral) Universidad de Granada. Granada.
- Castro, E. (2008). Resolución de problemas: ideas, tendencias e influencias en España. En *Investigación en educación matemática XII* (pp. 113-140). Badajoz: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2748780.pdf>
- Chapman, O. (2015). Mathematics teachers' knowledge for teaching problem solving. *LUMAT (2013-2015 Issues)*, 3(1), 19-36. Recuperado de: <https://www.lumat.fi/index.php/lumat-old/article/view/38>
- Cockcroft, W. H. (1985). *Las matemáticas sí cuentan: informe Cockcroft*. Madrid: Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Guberman, R., & Leikin, R. (2013). Interesting and difficult mathematical problems: Changing teachers' views by employing multiple-solution tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(1), 33-56. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10857-012-9210-7>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación. Sexta Edición*. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Kilpatrick, J. (1978). Variables and methodologies in research on problem solving. *Mathematical problem solving*, 7-20.
- Kilpatrick, J. (2016). Reformulating Approaching Mathematical Problem Solving as Inquiry. En *Posing and Solving Mathematical Problems* (pp. 69-81). Springer, Cham. Recuperado de: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-28023-3_5
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 159-174.
- Leong, Y. H., Tay, E. G., Toh, T. L., Quek, K. S., Toh, P. C., & Dindyal, J. (2016). Infusing Mathematical Problem Solving in the Mathematics Curriculum: Replacement Units. En Felmer, P. et al. (Ed.), *Posing and Solving Mathematical Problems* (pp.

309-325). Springer, Cham. Recuperado de: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-28023-3_18

Levenson, E. (2013). Tasks that may occasion mathematical creativity: teachers' choices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(4), 269–291. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10857-012-9229-9>

Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U., & Bruder, R. (2016). Problem Solving in Mathematics Education. En *Problem Solving in Mathematics Education* (pp. 1-39). Springer, Cham. Recuperado de: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-40730-2_1

MINEDUC. (2012). Nueva base curricular mineduc - Currículum en línea. MINEDUC. Gobierno de Chile. Recuperado 28 de noviembre de 2017, a partir de <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-channel.html>

MINEDUC. (2018). Material Pedagógico Matemáticas. Recuperado 15 de febrero de 2018, a partir de <https://basica.mineduc.cl/matematica/>

NCTM. (1980). *An Agenda for Action. Recommendations for School Mathematics of the 1980s*. United States of America: National Council of Teachers of Mathematics.

NCTM. (2003). *Principios y Estándares para la Educación Matemáticas*. Sevilla: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.

OECD. (2013). *Draft PISA 2015 Mathematics Framework*. París, Francia. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Mathematics%20Framework%20.pdf>

Oliva, M. A. (2017). Arquitectura de la Política Educativa Chilena (1990-2014): el currículum, lugar de la metáfora. *Revista Brasileira de Educação*, 22(69), 405-428. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/275/27553036006/>

Penalva, C., Alaminos, A., Francés, F., & Santacreu, O. (2015). *La investigación cualitativa: técnicas de investigación y análisis con Atlas. ti*. Ecuador: Cuenca: PYDLOS Ediciones.

Piñeiro, J. L., Castro-Rodríguez, E., & Castro, E. (2016). Resultados PISA y resolución de problemas matemáticos en los currículos de Educación Primaria. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 5, 50-64. Recuperado de: <http://edma0-6.es/index.php/edma0-6/article/view/4>

Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

Puig, L., & Cerdán, F. (1988). *Problemas aritméticos escolares*. Madrid: Síntesis.

- Rico, L. (2006). Marco teórico de evaluación en PISA sobre matemáticas y resolución de problemas. *Revista de Educación*, 275-294. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/531/>
- Rico, L., & Fernández-Cano, A. (2013). Análisis didáctico y metodología de investigación. En Rico, L., Lupiáñez, J., & Molina, M. (Eds.), *Análisis didáctico en educación matemática: metodología de investigación, formación de profesores e innovación curricular* (pp. 1–22). Granada: Comares.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition and Sense of Mathematics. En Grows, D. (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). New York: Macmillan.
- Schroeder, T. L., & Lester, F. K. (1989). Developing understanding in mathematics via problem solving. *New directions for elementary school mathematics*, 31–42.
- Stacey, K. (2005). The place of problem solving in contemporary mathematics curriculum documents. *The Journal of Mathematical Behavior*, 24(3), 341–350. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0732312305000325>
- Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogaerts, H., & Ratinckx, E. (1999). Learning to solve mathematical application problems: A design experiment with fifth graders. *Mathematical thinking and learning*, 1(3), 195–229. Recuperado de: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327833mtl0103_2
- Zhu, Y., & Fan, L. (2006). Focus on the representation of problem types in intended curriculum: A comparison of selected mathematics textbooks from Mainland China and the United States. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(4), 609–626. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10763-006-9036-9>