



ALGUNAS CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LA CLASIFICACIÓN DE BAUMANNNS PARA LA FORMULACIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS

Aitana Martín-Ferraz¹ (amartife@ull.edu.es)

Alexánder Hernández¹ (alexander.hernandez@ull.edu.es)

Matías Camacho-Machín¹ (mcamacho@ull.edu.es)

¹Universidad de La Laguna

Resumen

Este trabajo presenta una revisión de la literatura sobre la formulación de problemas, con especial énfasis en el producto final del proceso: el problema formulado. A partir del análisis realizado, que aborda qué se entiende por problema o “buen problema”, se identificaron nueve categorías que incluyen aspectos como el nivel de desafío, la claridad estructural, la solubilidad, la capacidad de fomentar la creatividad y la conexión con otros conceptos matemáticos. Dichas categorías se contrastaron con las cuatro finalidades de la formulación propuestas por Baumannns (2022): reformular un problema dado para resolverlo, reformular un problema para indagar, generar nuevos problemas y construir tareas para otros. El análisis revela que cada finalidad se puede asociar con un conjunto particular de características; sin embargo, se observa que también emergen elementos comunes. Todo buen problema que se formule debe ser desafiante pero abordable, exigir razonamiento y contemplar la tecnología como un recurso que enriquece tanto el enunciado como el proceso de resolución, entre otras

cosas. Se concluye que la finalidad con la que se genera un problema determina sus rasgos esenciales, aunque existen criterios compartidos que permiten reconocerlo como un buen problema matemático.

Palabras clave: Problema, Resolución de problemas, Formulación de problemas, Categorías de Baumanns

Abstract

This paper presents a literature review on problem posing, with particular emphasis on the final product of the process: the posed problem. Based on the analysis conducted, which examines what is understood by a problem or a “good problem,” ten categories were identified, encompassing aspects such as the level of challenge, structural clarity, solvability, the capacity to foster creativity, and connections with other mathematical concepts. These categories were contrasted with the four purposes of problem posing proposed by Baumanns (2022): reformulating a given problem in order to solve it, reformulating a problem to investigate, generating new problems, and designing tasks for others. The analysis reveals that each purpose can be associated with a specific set of characteristics; however, common elements also emerge across categories. Any well-posed problem should be challenging yet approachable, require reasoning, and consider technology as a resource that enriches both the problem statement and the solution process, among other features. It is concluded that the purpose for which a problem is generated determines its essential traits, although shared criteria make it possible to recognize it as a good mathematical problem.

Keywords: Problem, Problem Solving, Problem Posing, Baumanns' Categories

Introducción

En este artículo se presenta una revisión bibliográfica sobre la formulación de problemas en el ámbito de la educación matemática. El objetivo es examinar las diferentes perspectivas, marcos teóricos y resultados que hay actualmente respecto a esta práctica. En particular, el interés está enfocado en el producto del proceso de formulación, es decir, en el problema construido por los individuos que se enfrentan a la tarea de formular, y en el que quedan reflejados (de alguna manera) sus conocimientos matemáticos.

En investigaciones previas se ha analizado cómo futuros profesores de secundaria formulan problemas matemáticos a partir de procesos de resolución apoyados en el Sistema de Geometría Dinámica (SGD) GeoGebra, observándose que las estrategias utilizadas durante la resolución influyen en las características de los problemas que posteriormente generan (Martín-Ferraz et al., 2024). Asimismo, en Hernández et al. (2025) se realizó un estudio de clasificación de los problemas formulados por estos participantes, organizándolos según las categorías propuestas por Baumanns (2022) con el fin de comprender qué tipos de productos emergen en este contexto de formación docente (). Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de profundizar en el análisis del producto de la formulación, es decir, en las características que permiten reconocer y describir los problemas que se construyen durante este proceso.

Se presenta una propuesta para estructurar la bibliografía disponible con el objetivo de organizarla desde un enfoque específico del producto. Baumanns (2022) plantea la formulación de problemas desde dos perspectivas: una más didáctica (construir tareas para otros) y otra más técnica-matemática (reformular un problema dado para resolverlo, reformular un problema para indagar y generar nuevos problemas). Mirando a la Historia de la Matemática, cuando Arquímedes se enfrentó al reto de calcular el área de un círculo, una figura sin lados rectos, se encontró con un gran desafío que sobrepasaba las técnicas geométricas descubiertas hasta la época. La clave para llegar a la solución de este problema fue reformularlo, y en lugar de trabajar directamente con la circunferencia, el matemático fue aproximando el área del círculo mediante diferentes polígonos regulares inscritos. A medida que se aumentaba el número de lados, el área del polígono se acercaba más a la del círculo. Esta reformulación ayudó a encontrar la solución

del problema original, que era el área del círculo. Esto es un claro ejemplo de reformular el problema con intención de resolverlo, o como Baumanns denominó: reformular un problema dado para resolverlo. Los problemas de patrones numéricos serían un ejemplo de lo que Baumanns definió como reformular un problema para indagar. Si ya se ha resuelto la suma de los números del 1 hasta el 100 mediante técnicas aritméticas, se podría proponer que se amplíe a calcular la suma de los n primeros números, con n un número natural. Esta reformulación lleva a la búsqueda de una expresión general, y podría abrir un campo hacia la exploración: suma de los primeros cuadrados o de los primeros naturales.

Con estas caracterizaciones en mente, se puede pensar que habrá cualidades del producto que se obtenga durante el proceso de formulación, y que estas cambiarán en función de la clasificación de Baumanns que tenga asociada la actividad de formulación.

Para este propósito, nos adentramos en la reflexión sobre qué constituye un “buen problema matemático”. Esta cuestión no es nueva, se ha trabajado desde hace muchos años. Pólya (1945), en su clásica obra; *How to solve it*, ya destacaba ciertas características que hacen valioso un problema para el aprendizaje de las matemáticas. Santos-Trigo (2024) plantea que un problema se define por abrir oportunidades para la indagación y la construcción de significado, y por el fomento de la creatividad. También, Camacho-Machín et al. (2019) sostienen que el uso de herramientas digitales tiene el potencial de alterar el contexto de un ejercicio rutinario, de modo que este se expanda y dé lugar a un conjunto de actividades que lo enriquecen hasta convertirlo en un verdadero problema. Estas aproximaciones, lejos de ser excluyentes, evidencian la necesidad de analizar qué aspectos deben tomarse en cuenta para que el producto final de una actividad que podemos denominar de formulación, permita reconocerse como un auténtico problema matemático. A partir de estas cuestiones se abre el marco conceptual de este trabajo, orientado a profundizar en qué se entiende por problema y por “buen problema” en el ámbito matemático.

La cuestión, entonces, no se limita a reconocer que existen diversas cualidades asociadas a los problemas matemáticos, sino a preguntarse cuáles de estas conviene atender según la finalidad de formulación de Baumanns. Esto quiere decir que se formularán productos que

tengan una finalidad técnico-matemática de cara a la enseñanza. En este trabajo, el interés se centra precisamente en encontrar esa relación: ¿Existe alguna conexión entre las propiedades atribuidas a un problema o a un “buen problema” con las categorías de Baumanns (2022) asociadas a la actividad de formulación? Dicho de otro modo, se trata de indagar qué características de los problemas están presentes, y de qué manera se relacionan con cada una de las categorías de Baumanns.

Marco Conceptual

La formulación de problemas es un proceso en el que se generan problemas a partir de uno original. Con ello se amplía el conocimiento matemático y, al mismo tiempo, se promueve el interés, la creatividad y la implicación activa del individuo (Ayllón & Gómez, 2014; NCTM, 1991). Desde la investigación en educación matemática, se han identificado diversas perspectivas de análisis sobre el proceso y el producto que ocurren en la formulación de problemas. En este trabajo, hemos seleccionado como eje vertebrador la clasificación que hace Baumanns (2022) para las actividades de formulación. A partir de una revisión sistemática, Baumanns establece cuatro categorías que permiten recoger los distintos enfoques de la formulación de problemas. La primera categoría la define como “reformular un problema dado para resolverlo”, lo que se traduce como la simplificación de un problema dado para hacerlo más accesible y encontrar su solución. Esta idea coincide con el planteamiento de Pólya (1945) en *“How to Solve It”*, donde propone transformar o reformular el problema como estrategia para avanzar hacia su resolución. La segunda categoría, “reformular un problema para indagar”, la vincula con la transformación de un problema en otro donde se exploran nuevas ideas. Esta forma de trabajo ha sido estudiada en el marco de los Proyectos de Investigación Matemática (Gómez-Chacón & de la Fuente, 2018), en los que el profesorado guía al alumnado en procesos de indagación matemática a través de tareas que se originan a partir de un problema inicial. La tercera categoría es “generar nuevos problemas”, que la define como la creación de problemas partiendo de una situación abierta o de instrucciones que permiten un gran grado de libertad. Como ejemplo de esta categoría, Ayllón et al. (2016) realizaron un estudio con estudiantes de primaria donde obtuvieron propuestas de problemas relacionados con el significado y el uso de

operaciones aritméticas. El enunciado dado a los estudiantes dice: *“inventa un problema que creas que va a ser difícil de resolver por tus compañeros de clase y escríbelo a continuación”*. Y la cuarta categoría, “construir tareas para otros”, está más asociada a la práctica docente y al diseño de problemas que tienen un objetivo didáctico. Chico et al. (2022) reflejan la esencia de esta categoría estudiando problemas formulados por futuros maestros de primaria a partir del enunciado de un problema multiplicativo de un libro de texto.

Hernández et al. (2025) mostraron el potencial que tienen las categorías descritas a la hora de analizar y clasificar los productos obtenidos de una actividad de formulación de problemas. Dentro de este marco teórico, vamos a utilizar estas categorías como base para organizar la discusión sobre las características que distintos autores atribuyen a un problema o “buen problema” matemático.

Característica de problema

La discusión sobre qué se entiende por problema o “buen problema” matemático ha estado presente en la didáctica de la matemática desde hace varias décadas. Kilpatrick (1985) mencionaba que, desde la perspectiva de la psicología: “un problema está definido generalmente como una situación en la que se debe alcanzar una meta y la vía directa hacia esa meta está bloqueada” (p. 2). Y, precisa que, para que un problema pueda considerarse matemático, es necesario recurrir a conceptos y principios matemáticos para buscar su solución.

En 1945, Pólya defendió que un problema debe ser lo suficientemente atractivo como para que una persona sienta deseo de resolverlo. Puntualizó que su solución no debería ser inmediata, independientemente de si se pide encontrar algo (incógnita), o demostrar algo. Su idea central presenta que un buen problema debe generar un desafío cognitivo que active la búsqueda de estrategias para su resolución.

Para Schoenfeld (1983, 1985), un problema se define como una actividad que el individuo debe considerar difícil. Marcó la diferencia entre ejercicios y problemas, o como él mismo denominó: “problemas rutinarios” y “problemas no rutinarios”. La definición de “problemas rutinarios” engloba aquellos que tienen un procedimiento conocido y pueden resolverse mediante algoritmos

estandarizados, mientras que los “problemas no rutinarios” llevan al resolutor a enfrentarse a situaciones donde no dispone de herramientas que le permitan resolverlo de manera inmediata. Estos últimos se caracterizan por fomentar la formulación de conjeturas y el desarrollo del razonamiento creativo.

En la misma línea, Santos-Trigo (2007) sostiene que la resolución de un problema no debe ser inmediata y tampoco única, aunque sí debe estar garantizada. Asimismo, señala que un problema debe plantear situaciones que propicien la construcción de aprendizajes específicos por parte de quien lo aborda. Subraya, además, la relevancia del tiempo como aspecto necesario a considerar para su resolución, ya que dependerá del análisis y de la discusión que se genere. Además, destaca la necesidad de analizar y evaluar diversas estrategias de resolución y, a modo de ejemplo, enfatiza en la importancia de formular nuevos problemas a partir de información contenida en el enunciado original. A partir de esta visión, Santos-Trigo (2024), introduce el concepto de “problematización” dentro de la actividad matemática. Desde esta perspectiva, un problema no se limita a ofrecer un desafío que tenga una solución garantizada, sino que abre el espacio a la indagación, la formulación de conjeturas y la exploración de distintas representaciones. En este contexto, subraya la relevancia del uso de herramientas digitales, al sostener que estas permiten ampliar y profundizar en el análisis. Asimismo, declara que incluso un ejercicio rutinario puede transformarse en una tarea valiosa cuando se enmarca en un contexto de exploración o se extiende hacia nuevas preguntas.

Simon (1973) dividió los problemas matemáticos en dos categorías diferentes. Por un lado, los problemas “bien estructurados”, que presentan características como: la existencia de un modo claro de verificar la solución, la posibilidad de definir con precisión el punto de partida, la meta y los pasos intermedios, y la representación de los movimientos o acciones que pueden realizarse. Además, cuando se relacionan con el mundo real, deben ajustarse fielmente a las leyes de la naturaleza y plantear procesos realistas en cuanto al tiempo, el esfuerzo y la información necesarios, evitando búsquedas excesivamente complejas. Por otro lado, los problemas “mal estructurados” se caracterizan por no especificar con claridad sus condiciones, los pasos de resolución o incluso el objetivo final, lo que abre espacio para ambigüedades e interpretaciones diversas. El análisis de esta clasificación resulta valioso porque permite

comprender qué capacidades debe movilizar una persona para enfrentarse a cada tipo de problema.

Desde un punto de vista didáctico, Malaspina (2012) identifica diversas características que debería cumplir un “buen problema”, entre ellas: solución alcanzable, favorecer un camino para conjeturar o llegar a una solución, hacer verificaciones, percibir interés en resolver el problema, establecer conexiones entre conceptos matemáticos y con otros campos de conocimiento, hallar claridad con el objetivo y favorecer la lógica antes que el uso de mecanismos. Mallart et al. (2016), teniendo en cuenta las características descritas previamente, anotaron otras diferentes, donde entran: el uso de un lenguaje claro en el enunciado, la coherencia entre los datos y el objetivo, la familiaridad de la situación para el estudiante y la posibilidad de construir conocimiento a partir de la tarea. Siguiendo en el campo de la didáctica, en un estudio sobre la resolución de problemas, Chapman (2005) hizo énfasis en que un buen problema debe ser interesante y desafiante para la persona que lo resuelve, debe tener datos suficientes y pasos claros, y debe permitir alcanzar algo que inicialmente se desconoce.

En relación con el papel de las herramientas tecnológicas y su contribución en la conceptualización del problema matemático, Santos-Trigo y Camacho-Machín (2013, 2018) plantearon que su uso puede modificar el contexto de un ejercicio rutinario y expandirlo hasta convertirlo en una actividad con las características de un problema. Esto se consigue porque, el ejercicio rutinario original, adquiere características que abren la oportunidad a la exploración, la reflexión y el descubrimiento. En 2024, Santos-Trigo profundizó en esta idea y destacó que su incorporación permite identificar relaciones relevantes para la resolución del problema mediante la exploración de modelos dinámicos a través de distintas representaciones. Además, destacó que su uso permite estudiar diversas estrategias de resolución y generar oportunidades para analizar y formular tareas.

Producto de la formulación de problemas

Hay diversos estudios en la literatura que se han adentrado en el estudio de los problemas formulados con el fin de estudiar qué características o estrategias se pueden asociar con los mismos. Leavy y Hourigan (2022) crearon un marco donde clasifican los problemas formulados

según las siguientes categorías: desarrollo de la competencia matemática, nivel apropiado de demanda cognitiva, número de pasos, oportunidad de demostrar autonomía como aprendizaje de matemáticas, tiene ayuda o pistas para individuos con dificultades. Silver et al. (1996), en su estudio con docentes y futuros docentes, trabajaron en la formulación de problemas antes y después de la resolución del problema original. Los resultados mostraron que los participantes generaron tanto preguntas como conjeturas, y que ambas producciones fueron consideradas formas válidas de formulación. Los autores interpretaron que estas propuestas resultaban apropiadas ya que los sujetos las concebían como dudas, desafíos o situaciones susceptibles de ser investigadas y resueltas. Asimismo, observaron que muchas de las respuestas se centraban en aspectos prácticos y físicos de la situación planteada, lo que sugiere que algunos participantes interpretaban la tarea no solo como un enunciado estrictamente matemático, sino como una cuestión que demandaba contextualización. En este artículo, los autores hacen alusión a las categorías propuestas por Brown & Walter (1990, p. 15), donde distinguen entre problemas formulados que “aceptan lo dado”, es decir, que respetan las restricciones del problema original, y aquellos que “desafían lo dado”, y por lo tanto, cuestionan o modifican las condiciones iniciales.

Existen estrategias que nos permiten relacionar los problemas formulados con el original, y que son empleadas por los individuos cuando se implican en tareas formulación (Silver et al., 1996). Entre ellas se encuentra la “encadenación” (“chaining”), donde un problema lleva al siguiente en forma de secuencia; la “variación sistemática”, que mantiene una condición fija mientras se alteran las demás; la “simetría”, que invierte metas y condiciones; y la estrategia “what-if-not”, que desafía supuestos del problema original para generar nuevas versiones más abiertas o más concretas. Otra forma de relación entre el problema original y el formulado es la clasificación de los problemas formulados en “problemas de extensión” y “problemas de no-extensión” (Cai y Hwang, 2002). Los primeros se caracterizan por ampliar el alcance del problema original, por ejemplo, al preguntar por aspectos más allá de los primeros términos o figuras dadas; mientras que la segunda categoría se limita a trabajar exclusivamente con los elementos iniciales sin ir más allá de lo propuesto en el problema de partida.

Más criterios asociados al concepto de “buen problema” son los señalados por Silver y Cai (1996), quienes destacan que un problema formulado debe ser resoluble, presentar un lenguaje claro y comprensible, y poseer un nivel de complejidad matemática adecuado al contexto y a los sujetos a los que se dirige.

Problema de investigación

La literatura pone de manifiesto que no existe una única definición de “buen problema”, sino una variedad de enfoques que enfatizan diversas dimensiones como la motivación, el nivel de dificultad, la estructura, el potencial didáctico, la apertura a nuevas preguntas o el uso de herramientas digitales. Por su parte, la clasificación propuesta por Baumanns (2022), que distingue entre reformular un problema dado para resolverlo, reformular un problema para indagar, generar nuevos problemas y construir tareas para otros, ofrece un marco para comprender qué se pretende conseguir con la tarea de formulación.

En este trabajo, nos proponemos conectar ambas visiones a través de la siguiente pregunta: ¿Existen algunas relaciones entre las características asociadas a un “buen problema” con las diferentes categorías de formulación, según la finalidad propuesta, descritas por Baumanns (2022)?, ¿qué rasgos se pueden considerar transversales o específicos según la categoría elegida para la tarea de formulación? A partir de esta pregunta, buscamos identificar aquellas características que resultan comunes a todo problema formulado, indistintamente de la categoría elegida para la tarea de formulación. Asimismo, pretendemos delimitar qué rasgos no necesariamente deben estar presentes en todos los casos, en función del propósito específico que motive la formulación.

Metodología

Este análisis se realizó con la idea de poder describir qué características debería tener un problema que haya sido planteado en una tarea de formulación. Para abordar esta tarea diseñamos un procedimiento metodológico ad hoc, basado en la búsqueda de artículos dentro de las revistas de educación matemática relacionados con la descripción de problema y de “buen problema” en distintos momentos de la investigación en el área.

Iniciamos la búsqueda bibliográfica con el objetivo de identificar trabajos que abordaran explícitamente la definición de “buen problema” en el ámbito de las matemáticas. Sin embargo, no encontramos publicaciones cuyos títulos hicieran referencia directa a esta cuestión. En su lugar, los estudios localizados se centraban principalmente en la resolución o en la formulación de problemas. A partir de estos trabajos, se seleccionaron y sistematizaron aquellas características que los autores destacaban como relevantes en un problema matemático.

Con el fin de acotar la búsqueda, establecimos algunos criterios de selección: que los artículos estuvieran publicados en revistas del área de didáctica de la matemática, que hicieran referencia explícita a “problem solving”, “problem posing” o ambos, y que incluyeran, aunque fuera de forma indirecta, descripciones de las características de los problemas matemáticos. Estos criterios permitieron discriminar entre los estudios pertinentes para el análisis y aquellos que quedaban excluidos por centrarse en aspectos tangenciales o alejados del foco de la investigación.

Los artículos analizados en este estudio proceden de una revisión bibliográfica más amplia realizada previamente en el marco de un proyecto de investigación mayor sobre resolución y formulación de problemas. Una diferencia destacable entre los trabajos relacionados con ambos procesos se observa en sus fechas de publicación. Mientras que los artículos de los que se extraen características vinculadas con la formulación de problemas son mayoritariamente recientes, publicados a partir de los años 2000, los estudios centrados en la resolución de problemas se remontan principalmente a las décadas de 1980 y 1990. Esta diferencia puede explicarse por la evolución de las líneas de investigación dentro del campo de la didáctica de la matemática: inicialmente se priorizó el estudio de la resolución de problemas y, posteriormente, especialmente desde comienzos del siglo XXI, comenzó a desarrollarse con mayor intensidad la investigación sobre la formulación de problemas.

El análisis se desarrolló en varias etapas. En primer lugar, se extrajeron aspectos característicos de un problema de los distintos artículos seleccionados, incluso aunque el objetivo central no era aportar características de un problema o “buen problema”. Posteriormente, estos aspectos recogidos, se categorizaron por convergencia, es decir, se agruparon aquellos términos que se

repetían o que tenían similitud dentro del contexto. A partir de estos conjuntos, se describieron las características resultantes, que se presentarán más adelante en el apartado de Discusión. Finalmente, se procedió a la selección de aquellas características que se pudieran reunir en las propuestas de Baumanns según la finalidad correspondiente. Con estos pasos se trata de lograr el objetivo de organizar los hallazgos de manera coherente y comparativa.

La revisión de la literatura permitió comprobar que numerosos autores han descrito qué aspectos se relacionan con un “buen problema” matemático, tanto desde la perspectiva de la resolución de problemas como de la formulación de problemas. Sin embargo, las características aparecían de manera dispersa y no siempre con el propósito explícito de sistematizar los criterios asociados a un problema. En los trabajos centrados en la resolución de problemas, los atributos que se destacan son la dificultad, el interés, o la aplicación de diversas estrategias, mientras que en los estudios sobre formulación, se atiende más a las propiedades de los enunciados generados por los individuos, como el lenguaje o la relación que hay con el problema original, y a la matemática utilizada y su complejidad. Esta diversidad y necesidad de orden, fue la que condujo al planteamiento de nuestra pregunta de investigación.

La incorporación del marco propuesto por Baumanns surge durante el proceso de análisis, al observar que las características de “buen problema” identificadas en la literatura no se manifiestan de la misma manera en todas las categorías, sino que se relacionan con el objetivo que se persigue en cada tarea de formulación. En este sentido, según la finalidad de la actividad, ya sea reformular un problema para indagar, reformular un problema dado para resolverlo, construir tareas para otros o generar nuevos problemas, las distintas características identificadas pueden organizarse y adquirir diferente relevancia.

Discusión

Las aportaciones de los autores revisados en el marco conceptual pueden sistematizarse en nueve categorías, que se presentan a continuación:

- BP1. **Desafiante pero abordable.** Un buen problema debe generar un reto que despierte interés y motivación por buscar estrategias, sin que este se pase y que deje

de ser accesible. Según Pólya (1945), la clave está en que la solución no debe ser inmediata mientras que para Schoenfeld (1983, 1985) el problema debe percibirse como difícil con las estrategias que ya conozca el individuo. Santos-Trigo (2007) añade que la solución debe estar garantizada, y que puede admitir más de una resolución con la que se pueda llegar a ella. Y Chapman (2005) destaca que el interés del problema está en el reto que se le plantee al individuo, que le debe parecer estimulante y significativo.

BP2. **Presenta claridad estructural.** Otra característica esencial es la claridad en su formulación. Simon (1973) diferencia entre problemas bien estructurados, que presentan un punto de partida, una meta y pasos intermedios claramente definidos, y problemas mal estructurados, en los que estos elementos resultan ambiguos o ausentes. Chapman (2005) apunta que los problemas deben contar con datos suficientes y pasos claros, mientras que Mallart et al. (2016) resaltan la importancia de un lenguaje comprensible y de la coherencia entre los datos y los objetivos planteados.

BP3. **Resoluble.** Un “buen problema” debe garantizar que la solución sea alcanzable y permitir verificar si la respuesta obtenida es correcta. Simon (1973) identifica esta característica como un rasgo central de los problemas bien estructurados. En la misma línea, Silver y Cai (1996) subrayan la importancia de la solubilidad, mientras que Santos-Trigo (2007) señala que la existencia de una solución debe estar garantizada. Además, Malaspina (2012) destaca que el proceso de verificación constituye un elemento esencial del valor didáctico del problema.

BP4. **Ayuda al avance en el aprendizaje.** Un buen problema no se limita a plantear un reto, sino que también contribuye al aprendizaje matemático. Santos-Trigo (2007) considera que un problema debe abrir oportunidades para la exploración, el análisis de estrategias y la formulación de nuevos problemas. Malaspina (2012) y Mallart et al. (2016) destacan el papel de los problemas en la construcción de conocimiento, mientras que Leavy y Hourigan (2022) los vinculan al desarrollo de competencias matemáticas y a la autonomía del aprendiz.

BP5. **Es exigente de razonamiento.** El valor de un problema radica también en el tipo de razonamiento que exige. Schoenfeld (1983, 1985) distingue entre problemas

rutinarios, resolubles mediante algoritmos, y problemas no rutinarios, que requieren creatividad y formulación de conjeturas. Por su parte, Santos-Trigo (2007) apunta la importancia de abordar diversas estrategias de resolución en un mismo problema. Y Malaspina Jurado (2012) defiende que se le debe dar prioridad a la lógica sobre el uso de procedimientos mecánicos o algoritmos.

BP6. **Permite conexión con otros conceptos matemáticos.** Los problemas deben favorecer conexiones entre diferentes ideas y conceptos matemáticos. Malaspina (2012) resalta este aspecto como un criterio de un problema, mientras que Santos-Trigo (2007) añade que un “buen problema” contribuye al aprendizaje de nuevos contenidos matemáticos a partir de los ya conocidos. Este aspecto también se puede relacionar con la idea que comentan Santos-Trigo y Camacho-Machín (2013, 2018) cuando hablan de la exploración con la tecnología y el descubrimientos de conceptos o estrategias matemáticas que están intrínsecas en el problema.

BP7. **Permite conexión con otros conceptos no matemáticos.** Más allá de las matemáticas, un problema puede enriquecerse al vincularse con otros contextos o disciplinas. Malaspina Jurado (2012) plantea esta conexión como esencial para su valor didáctico, mientras que Silver et al. (1996) destacan que muchos problemas formulados incluyen aspectos prácticos y contextuales. En la misma línea, Simon (1973) defiende que, cuando se trata de problemas aplicados al mundo real, estos deben ajustarse fielmente a las leyes de la naturaleza.

BP8. **Fomenta la creatividad e indagación.** Un problema de calidad abre la posibilidad de ir más allá de la solución inmediata, permitiendo la formulación de nuevas preguntas y exploraciones. Santos-Trigo (2024) lo considera un espacio para la indagación, la formulación de conjeturas y el uso de distintas representaciones. Silver et al. (1996) señalan que en la formulación los estudiantes recurren a estrategias creativas como la encadenación, la variación sistemática, la simetría o el “what-if-not”. En esta línea, Cai y Hwang (2002) proponen distinguir entre problemas de extensión, que amplían el alcance del enunciado original, y problemas de no-extensión, que se limitan a los elementos iniciales.

BP9. **Se enriquece con la tecnología.** Finalmente, la incorporación de herramientas digitales constituye un criterio cada vez más relevante. Santos-Trigo y Camacho-Machín (2013, 2018) muestran cómo un ejercicio rutinario puede transformarse en un verdadero problema al enriquecerse con recursos tecnológicos que abren posibilidades de exploración y descubrimiento. Más recientemente, Santos-Trigo (2024) destaca que las tecnologías digitales amplían las formas de representación, diversifican las estrategias y generan nuevas oportunidades para formular y analizar preguntas.

A continuación, se describen los vínculos entre cada categoría de formulación de problemas propuesta por Baumanns (2022) y las categorías de “buen problema”.

Reformular un problema dado para resolverlo.

La finalidad de reformular un problema dado para resolverlo se refiere a la construcción de un nuevo enunciado que mantiene relación con el problema original, pero que se presenta de una forma más accesible y abordable para el individuo. Este tipo de reformulación tiene como propósito abrir un camino viable hacia la resolución del problema inicial, reduciendo su complejidad sin eliminar el desafío cognitivo que lo caracteriza. El problema resultante conserva un nivel de exigencia suficiente para motivar al resolutor, aunque evita conceptos o técnicas que podrían hacer inaccesible al original (BP1). La verificación de la solución ocupa un papel importante, dado que el nuevo problema sirve como instrumento para comprobar o justificar la resolución del problema original (BP1).

El problema reformulado suele mostrar una estructura más clara y explícita, pueden ser datos precisos o relaciones bien definidas que permiten avanzar en la búsqueda de la solución sin que la ambigüedad o la dificultad encontrada inicialmente bloqueen el proceso (BP2). Su rasgo esencial es la resolubilidad, ya que nace con la intención de ofrecer una vía efectiva para resolver el problema original (BP3). Por ello, su diseño recurre a recursos matemáticos que ya domina el individuo y requiere un razonamiento estratégico (BP5), pero no tan complejo como el del enunciado inicial.

Aunque su objetivo no es generar nuevos aprendizajes, este tipo de problema puede contribuir indirectamente al fortalecimiento de estrategias o conocimientos. Generalmente no busca

establecer conexiones con contextos externos a la matemática ni con otras disciplinas, ya que su meta principal no es la aplicación o contextualización, sino la accesibilidad y la claridad. Sin embargo, puede mantener vínculos con otros conceptos matemáticos relacionados o complementarios a los encontrados en el problema original (BP6).

En cuanto al uso de la tecnología, esta puede actuar como un recurso que facilita la exploración y la comprobación de resultados, especialmente mediante herramientas como hojas de cálculo o programas de geometría dinámica, que permiten visualizar relaciones y simplificar procedimientos (BP9).

A modo de resumen, reformular un problema dado para resolverlo consiste en plantear uno nuevo que, sin renunciar al desafío, traduce la complejidad del problema original en una forma más clara y alcanzable, constituyendo un puente entre la dificultad del problema original y su posibilidad de resolución.

Reformular un problema para indagar.

La finalidad de reformular un problema para indagar implica transformar un problema existente en un nuevo enunciado que no busca únicamente la resolución, sino la apertura de un espacio para la exploración y el descubrimiento. Este tipo de reformulación propone un reto que va más allá de lo que el individuo ha podido resolver previamente, pero que mantiene un equilibrio entre el desafío y la accesibilidad. Se trata de plantear un problema que obligue a ampliar los límites de lo conocido sin llegar a ser inabordable, generando un contexto que estimule la indagación y el pensamiento matemático (BP1).

El problema formulado para indagar no tiene necesariamente que presentar una estructura inicial clara, y la resolubilidad no está completamente garantizada ya que el valor del problema no radica tanto en llegar a una solución cerrada como en el proceso de búsqueda, formulación de conjeturas y contraste de hipótesis.

Este tipo de reformulación tiene, en cierto modo, un propósito formativo. El problema se diseña para impulsar aprendizajes nuevos, fomentar la generación de conjeturas y favorecer el descubrimiento de relaciones. Con este tipo de problemas se pretende que el individuo transite hacia contenidos o estrategias que aún no domina, situándose en la frontera entre lo conocido

y lo desconocido (BP4). Esta expansión del conocimiento requiere un razonamiento que lleve a identificar patrones, justificar generalizaciones y establecer conexiones entre diferentes ideas o representaciones (BP5).

Además, este tipo de problemas suele propiciar conexiones con distintos conceptos o áreas de la matemática (BP6) e, incluso, puede dar lugar a vínculos con otras disciplinas científicas o sociales cuando la exploración matemática se relaciona con estos ámbitos, aunque ello no resulta imprescindible.

La creatividad y la indagación son los ejes que definen esta categoría. Reformular un problema para indagar implica proponer variaciones, explorar escenarios alternativos o desafiar las suposiciones iniciales (BP8). La tecnología desempeña aquí un papel destacado, al facilitar la experimentación y el análisis mediante herramientas como software dinámico, cálculos computacionales o simulaciones, que permiten superar lo que podemos estudiar manualmente (BP9).

A modo de resumen, un problema reformular un problema para indagar se concibe como un entorno de exploración, donde el aprendizaje surge de conjeturar, argumentar y verificar, más que de obtener una respuesta.

Generar nuevos problemas.

La finalidad de generar nuevos problemas se centra en la creación de enunciados originales a partir de situaciones, ideas o conocimientos del problema original. En este tipo de formulación, el individuo adopta un rol creativo, transformando su comprensión matemática en un nuevo problema. El objetivo no es tanto resolver un problema inicial, sino construir uno nuevo que tenga sentido, coherencia y un nivel de desafío adecuado (BP1). Así, la dificultad y accesibilidad del problema dependerán, en gran medida, del conocimiento y la experiencia de quien lo formula: cuanto mayor sea su comprensión de los conceptos y relaciones, más relevante será el problema que pueda generar.

En estos casos, la claridad estructural del enunciado depende directamente de la habilidad del formulador. Dado que a la hora de inventar un problema hay que decidir qué condiciones establecer, qué información se ofrece y qué se desea resolver, es común encontrar problemas

con distintos grados de precisión. Esto no siempre representa una dificultad, sino que refleja el carácter exploratorio del proceso de creación de un problema. La resolubilidad, por su parte, no está necesariamente garantizada. Algunos de los problemas generados pueden no poseer solución o tener ambiguas; no obstante, estas situaciones aportan información valiosa sobre el pensamiento matemático del formulador y sobre su comprensión del contenido.

Desde el punto de vista del aprendizaje, la generación de nuevos problemas constituye una oportunidad para que el individuo profundice en su conocimiento y desarrolle competencias metacognitivas. Crear un problema implica movilizar saberes previos, identificar relaciones entre conceptos y anticipar posibles estrategias de resolución. En este sentido, la invención de problemas actúa como una forma de reflexión sobre los conocimientos que tiene el individuo, que suele apoyarse en aquellos que tiene consolidados, aunque también se pueden evidenciar vacíos o limitaciones sobre los conceptos y relaciones.

El valor de estos problemas reside, en buena medida, en el tipo de razonamiento que demandan. Cuando el problema propuesto invita a establecer relaciones, formular conjeturas o analizar diferentes estrategias, se convierte en una actividad que fomenta el pensamiento matemático, y no en un mero ejercicio donde se utiliza un algoritmo (BP5). La posibilidad de verificar las soluciones no siempre está asegurada pero contribuye a que el individuo reflexione sobre la consistencia del enunciado que ha creado.

En algunos casos, la generación de problemas puede dar lugar a conexiones con otros conceptos matemáticos, ya sea porque el nuevo enunciado amplía una idea previa o porque combina varias de ellas. Asimismo, puede incorporar elementos no matemáticos, especialmente cuando quien formula el problema introduce un contexto que aporta significado al enunciado, aunque esto no resulta imprescindible.

La creatividad y la indagación son los rasgos centrales de esta categoría. Formular nuevos problemas exige imaginar escenarios, modificar condiciones y proyectar posibles caminos de resolución, lo que convierte el proceso en una práctica de exploración (BP8). El uso de la tecnología puede enriquecer este proceso al facilitar la representación de situaciones, la

simulación de casos o la visualización de patrones, actuando como mediadora entre la intuición del individuo y la formalización del problema (BP9).

A modo de resumen, generar nuevos problemas es una práctica que combina comprensión, creación y reflexión. A través de ella, el individuo transforma su conocimiento matemático en un problema que no solo revela lo que sabe, sino también cómo piensa y cómo relaciona ideas.

Crear tareas para otros.

La finalidad de construir tareas para otros se vincula directamente con la didáctica. En este caso, el objetivo principal no es resolver ni indagar un problema, sino diseñarlo para que otra persona pueda enfrentarse a él y haya una oportunidad de aprendizaje. Se trata, por tanto, de una actividad de carácter pedagógico, en la que el individuo asume el rol de diseñar para el aprendizaje.

Un problema construido con esta finalidad debe mantener un equilibrio entre el reto y la accesibilidad. Debe ser lo suficientemente desafiante como para exigir razonamiento, pero sin convertirse en una barrera que anule la motivación o impida el progreso. El problema debe ajustarse al nivel cognitivo y conceptual de quienes lo abordan (BP1). Además de plantear un reto, ha de promover procesos que favorezcan la comprensión y el desarrollo del conocimiento matemático (BP4).

La claridad estructural se vuelve una condición esencial: el enunciado ha de estar formulado con precisión, empleando un lenguaje adecuado y con información suficiente para que quien lo resuelva comprenda qué se le pide. La coherencia entre los datos, las condiciones y los objetivos es un elemento clave del diseño en este tipo de formulación (BP2).

Estos problemas deben ser resolubles con los recursos que disponen las personas a la que está destinado, o con aquellos que puedan adquirir en el proceso. La resolubilidad asegura que la tarea pueda completarse y verificarse (BP3).

El aprendizaje es, sin duda, la característica central de esta categoría. Debe invitar al razonamiento, animando a los estudiantes a pensar, conjeturar y justificar, en lugar de limitarse a aplicar algoritmos. Este tipo de formulación puede, además, servir para fomentar habilidades

metacognitivas, al permitir que quienes resuelven reflexionen sobre su propio proceso de pensamiento (BP5).

Otro rasgo distintivo de esta finalidad es la posibilidad de establecer conexiones. En el plano matemático, los problemas bien diseñados muestran la interrelación entre distintos conceptos, ayudando a construir una visión coherente de la disciplina (BP6). En el plano no matemático, la vinculación con contextos reales o interdisciplinarios enriquece la tarea, la hace más significativa y muestra las matemáticas en la vida cotidiana (BP7).

La creatividad puede desempeñar un papel complementario en esta categoría, especialmente cuando el problema se plantea de manera abierta o cuando admite múltiples caminos de resolución (BP8). Asimismo, la tecnología puede actuar como un elemento enriquecedor en la construcción de tareas, ya sea como recurso para diseñar el problema (por ejemplo, mediante software de geometría dinámica o entornos interactivos) o como herramienta que amplía las posibilidades de exploración y representación para los estudiantes (BP9).

A modo de resumen, construir tareas para otros se basa en transformar el conocimiento matemático en una experiencia de aprendizaje. Implica anticipar las necesidades, intereses y niveles de quienes resolverán el problema, asegurando que sea claro, resoluble, estimulante y formativo. Aquí, el individuo es capaz de diseñar situaciones en las que no solo se transmite contenido, sino que también promueven la reflexión y la motivación por las matemáticas.

A continuación, partiendo de lo que se ha comentado de cada categoría de formulación, se presenta una tabla que resume cuáles son las categorías que se asocian directamente con cada una de las categorías propuestas por Baumanns. Aquellas que podrían darse pero no se asegura su presencia en el problema formulado, no se han seleccionado en esta tabla. Esto es debido a que, se trata de reflejar lo básico e indispensable que debe tener un problema formulado según su finalidad. El resto de categorías podrá poseerlas o no, pero no son consideradas necesarias si no han sido marcadas. Las categorías destacadas en *negrita* se consideran indispensables en las cuatro categorías propuestas por Baumanns y, en consecuencia, se entienden como rasgos presentes en todo problema formulado, independientemente del objetivo de la tarea de formulación.

Tabla 1. Categorías asociadas a las finalidades de Baumanns.

Categoría	Reformular un problema dado para resolverlo	Reformular un problema para indagar	Generar nuevos problemas	Crear tareas para otros
BP1 Desafiante pero abordable	●	●	●	●
BP2 Presenta claridad estructural	●			●
BP3 Resoluble	●			●
BP4 Ayuda al avance en el aprendizaje		●		●
BP5 Es exigente de razonamiento	●	●	●	●
BP6 Permite conexión con otros conceptos matemáticos	●	●		●
BP7 Permite conexión con otros conceptos no matemáticos				●
BP8 Fomenta la creatividad e indagación		●	●	
BP9 Se enriquece con la tecnología	●	●	●	●

Conclusiones

El análisis realizado permite comprobar que cada una de las finalidades de formulación que propone Baumanns (2022) se vincula con un conjunto diferente de las nueve categorías propuestas. Esto presenta las diferencias que hay entre los problemas que se formulan, las propiedades compartidas y las que no, en función de la finalidad de la tarea de formulación. Esto pone de manifiesto que hay algunas categorías que se ajustan mejor al objetivo con el que se formula un problema.

En “Reformular un problema dado para resolverlo”, los problemas formulados se caracterizan por ser claros, resolubles, verificables y ajustados al conocimiento del individuo, además de permitir la conexión con otros conceptos matemáticos que no se tienen por qué tener en el problema original. Al asociarse estas categorías, se asegura que el problema formulado cumple con el propósito que tiene, que es abrir una vía accesible hacia la resolución del problema original.

En “Reformular un problema para indagar”, los problemas tienden a ayudar a avanzar en el aprendizaje del individuo que los resuelve, a permitir conexiones matemáticas externas y a favorecer la creatividad e indagación. En este apartado, la tecnología adquiere un papel destacado ya que amplía los modos de representación y exploración. Sin embargo, en este tipo

de problemas formulados no se requieren necesarias categorías como la claridad estructural, la resolubilidad, el ajuste al conocimiento del individuo o la conexión con conceptos externos a las matemáticas.

En “Generar nuevos problemas” se pone el énfasis en la creatividad, tanto del formulador como del resolutor. Aquí la claridad estructural, la resolubilidad, la verificación, el avance del aprendizaje o el ajuste a los conocimientos del individuo, e incluso la conexión con otras ideas ya sean matemáticas o contextuales, no siempre están garantizadas, lo que refleja tanto las potencialidades como las limitaciones de esta categoría.

En “Construir tareas para otros” es esencial que el problema formulado sea claro, resoluble, verificable, que ayude al avance del aprendizaje y que sea ajustado al conocimiento del individuo al que va dirigido. Además, es común que las categorías que permiten la conexión con otros conceptos matemáticos y a contextos más realistas sean asociadas a esta categoría también para enseñar que las matemáticas son ideas que se conectan en sí mismas pero también se encuentran en el día a día de las personas. Por el contrario, la indagación no es una característica principal dentro de esta categoría.

De esta clasificación se obtiene que, si bien hay diferencias entre los tipos de problemas que se pueden dar según la finalidad que se le asocie, existen puntos comunes que están en todas las categorías propuestas por Baumanns. Todos los problemas deben ser desafiantes pero abordables para el individuo que lo resuelve, deben exigir algún grado de razonamiento y ofrecer la oportunidad de aprender algo, y contemplar la tecnología como una herramienta que enriquecerá al problema y su proceso de resolución. Estas características que coinciden en todos las finalidades, constituyen una base mínima para reconocer al problema formulado como un buen problema matemático, independientemente de la finalidad con la que se haya generado.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el proyecto de investigación de referencia PID2022-139007NBI00 aprobado por el MCIN/AEI/10.13039/501100011033/

FEDER, UE y la ayuda de movilidad del profesorado convocada por el Ministerio de Universidades y la Universidad de La Laguna en la Orden de 6 de noviembre de 2023 del Ministerio de Universidades, con aplicación presupuestaria 1804032326.

Referencias bibliográficas

- Ayllón, M. F., Gallego, J. L., & Gómez-Pérez, I. A. (2016). La actuación de estudiantes de educación primaria en un proceso de invención de problemas. *Perfiles Educativos*, 38(152), 51–67. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2016.152.57588>
- Ayllón, M. F., & Gómez, I. A. (2014), “La invención de problemas como tarea escolar”, *Escuela Abierta*, vol. 17(1), 29-40.
- Baumanns, L. (2022). *Mathematical Problem Posing*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39917-7>
- Brown, S. I., & Walter, M. I. (1990). *The art of problem posing* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cai, J., & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in U.S. and Chinese students' mathematical problem solving and problem posing. *Journal of Mathematical Behavior*, 21(4), 401–421. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(02\)00142-6](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(02)00142-6)
- Camacho-Machín, M., Perdomo-Díaz, J., & Hernández, A. (2019). Actividades para la formación de profesores derivadas del uso de GeoGebra en la resolución de problemas. En E. Badillo, N. Climent, C. Fernández y M. T. González (Eds.), *Investigación sobre el profesor de matemáticas: formación, práctica de aula, conocimiento y competencia profesional* (pp. 373-396). Salamanca: Ediciones Universidad Salamanca.
- Chapman, O. (2005). Constructing pedagogical knowledge of problem solving: Preservice mathematics teachers. *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 225–232). PME.
- Chico, J., Montes, M., & Badillo, E. (2022). Transformaciones de la información en la formulación de problemas: una mirada hacia los futuros maestros. En T. F. Blanco, C. Núñez-García,

M. C. Cañadas y J. A. González-Calero (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. 219-227). SEIEM.

Gómez-Chacón, I. M., & de la Fuente, C. (2018). Problem-Solving and Mathematical Research Projects: Creative Processes, Actions, and Mediations. En N. Amado, S. Carreira, & K. Jones (Eds.), *Broadening the Scope of Research on Mathematical Problem Solving* (págs. 347-373). Research in Mathematics Education. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99861-9_15

Hernández, A., Martín-Ferraz, A., & Camacho-Machín, M. (2025). Formulación de problemas matemáticos en la formación del profesorado de Secundaria. Aportaciones del uso de GeoGebra. *AIEM - Avances de investigación en educación matemática*, 28, 117-141. <https://doi.org/10.35763/aiem28.7550>

Kilpatrick, J. (1985). A retrospective account of the past twenty-five years of research on teaching mathematics. In E. A. Silver (Ed.), *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives* (pp. 1–15). Lawrence Erlbaum Associates.

Leavy, A., & Hourigan, M. (2022). The Framework for Posing Elementary Mathematics Problems (F-PosE): Supporting Teachers to Evaluate and Select Problems for Use in Elementary Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 111(1), 147-176. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10155-3>

Malaspina, U. (2012). Resolución de problemas y estímulo del pensamiento optimizador en la educación básica. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 7, 165-181.

Mallart, A., Font, V., & Malaspina, U. (2016). Reflexión sobre el significado de qué es un buen problema en la formación inicial de maestros. *Perfiles Educativos*, 38(152), 14–30. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2016.152.57585>

Martín-Ferraz, A.; Hernández, A. y Camacho-Machín, M. (2024). Reformulación de problemas matemáticos por futuros profesores de secundaria. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática*, Vol. XVI. pp 133-162.

- National Council of Teachers of Mathematics (1991). Professional standards for teaching mathematics. Reston, VA.: NCTM.
- Polya, G. (1945). *How to solve it; a new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Santos-Trigo, L. M. (2007). *La resolución de problemas matemáticos: Fundamentos cognitivos*. Trillas.
- Santos-Trigo, M. (2024). Problem solving in mathematics education: tracing its foundations and current research-practice trends. *ZDM – Mathematics Education*, 56, 211–222. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8>
- Santos-Trigo, M & Camacho-Machín, M. (2013) "Framing the use of computational technology in problem solving approaches," *The Mathematics Enthusiast*: Vol. 10 : No. 1, Article 13. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1268>
- Santos-Trigo, M., & Camacho-Machín, M. (2018). La Resolución de Problemas Matemáticos y el Uso de Tecnología Digital en el Diseño de Libros Interactivos. *Educatio Siglo XXI*, 36(3 Nov-Feb1), 21–40. <https://doi.org/10.6018/j/349451>
- Schoenfeld, A. H. (1983). *Problem solving in the mathematics curriculum: A report, recommendations, and analytical commentary*. Mathematical Association of America.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Silver, E. A., & Cai, J. (1996). An Analysis of Arithmetic Problem Posing by Middle School Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 521–539. <https://doi.org/10.2307/749846>
- Silver, E. A., Mamona-Downs, J., Leung, S. S., & Kenney, P. A. (1996). Posing mathematical problems: An exploratory study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(3), 293-309. <https://doi.org/10.2307/749366>
- Simon, H.A. (1973). The Structure of Ill Structured Problems. *Artificial Intelligence*, 4, 181-201. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(73\)90011-8](https://doi.org/10.1016/0004-3702(73)90011-8)