

**FACTORES QUE INDUCEN AL MAESTRO DE MATEMÁTICAS DE NIVEL  
INTERMEDIO A PREFERIR ENTRE EL MÉTODO ALGORÍTMICO Y EL  
MÉTODO HEURÍSTICO PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS VERBALES  
DE MATEMÁTICAS**

Por

Joane Marie De Jesús Dátiz

Disertación Doctoral sometida al Programa Doctoral en Educación del Recinto de San  
Germán de la Universidad Interamericana de Puerto Rico para optar por el grado de  
Doctor en Educación con especialidad en Educación Matemática

14 de mayo de 2022

# FACTORES QUE INDUCEN AL MAESTRO DE MATEMÁTICAS DE NIVEL INTERMEDIO A PREFERIR ENTRE EL MÉTODO ALGORÍTMICO Y EL MÉTODO HEURÍSTICO PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS VERBALES DE MATEMÁTICAS

Nosotros, los miembros del Comité de Disertación Doctoral y del Comité de Defensa del estudiante Joane Marie De Jesús Dátiz, certificamos que la investigación sometida por ésta cumple con los requisitos para las disertaciones doctorales establecidos por el Programa Doctoral en Educación del Recinto de San Germán, de la Universidad Interamericana de Puerto Rico y, para que así conste, firmamos, certificando la aprobación de la misma.

Aprobada: 14 de mayo de 2022

Fecha



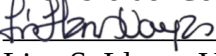
Álvaro Lecompte Montes, Ph. D.  
Presidente del Comité



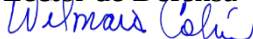
Rafael Martínez Planell, Ph. D.  
Miembro del Comité



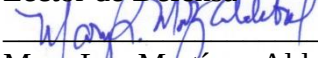
Carlos M. Martínez Bonilla, Ed. D.  
Miembro del Comité



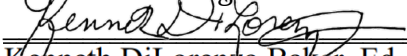
Lina S. Llanos Vargas, Ed. D.  
Lector de Defensa



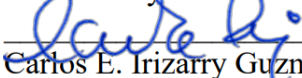
Wilmaris Colón Lorenzo, Ed. D.  
Lector de Defensa



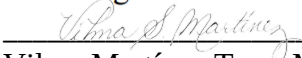
Mary Luz Martínez Aldebol, Ed. D.  
Coordinador Programa Doctoral en Educación



Kenneth DiLorenzo Baker, Ed. D.  
Director Departamento de Ciencias Sociales,  
Educación y Humanidades



Carlos E. Irizarry Guzmán, D. B. A.  
Director Escuela de Estudios Graduados  
e Investigación



Vilma Martínez Toro, M.Sc.  
Decana de Asuntos Académicos

14 de mayo de 2022

Fecha

1 de junio de 2022

Fecha

14 de mayo de 2022

Fecha

2 de junio de 2022

Fecha

### **Certificación de Autoría**

Yo, Joane Marie De Jesús Dátiz, certifico que la disertación doctoral titulada *Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas*, la cual presento como requisito para optar por el Grado de Doctora en Educación con especialidad en Educación Matemática del Recinto de San Germán de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, es el producto de mi labor investigativa. Asimismo, doy fe que este trabajo es uno original e inédito.



---

Joane Marie De Jesús Dátiz

## **Prefacio**

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, por ser mi sustento en este proceso, por el entendimiento y la paz en medio de las adversidades, por colocar a personas maravillosas en mi camino y por la bendición de tener a mi familia a mi lado para celebrar este logro.

Agradezco al Dr. Álvaro Lecompte Montes, presidente del Comité de Disertación, quien ha sido de gran ayuda y apoyo en cada una de las etapas de esta investigación. Agradezco a los miembros del Comité de Disertación por sus recomendaciones y sugerencias, al comité de expertos que evaluaron y validaron el instrumento, a las lectoras de esta Disertación y a cada una de las personas que estuvieron a mi lado apoyándome para que este logro hoy sea posible.

Agradezco a mi familia por acompañarme en esta travesía. A mis padres, Efraín y Judith, y a mi hermana, Linette, las palabras no me alcanzan para describir cuánto los amo y cuán agradecida estoy por su apoyo incondicional. A mi esposo, Jean Carlos, gracias por ser mi motor y por siempre tener las palabras precisas cuando me quería rendir. A mi sobrino Noah, a pesar de ser un bebé, eres la motivación que necesitaba para completar este proceso.

Agradezco a mi compañera y amiga, Dra. Rosa Elena Padilla Torres, por las aventuras que vivimos, por reír y celebrar juntas cada logro, por cada lágrima en las que nos acompañamos, por las largas horas de trabajo y por tu ayuda cuando era solicitada. No ha sido fácil, pero lo logramos.

### **Reconocimiento póstumo**

Reconozco a quien en vida fuera mi abuela, Sra. Felicita Lugo Hernández, por ser un pilar en mi vida. Ella cuidó de mi desde pequeña y celebraba cada uno de mis logros como si fueran de ella. Gracias por siempre apoyarme y creer que lo lograría. Le agradezco al Creador por todos los años que me acompañaste y por la bendición de llamarte abuela.

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi familia inmediata y a mi esposo. Ustedes han sido mi paño de lágrimas, mi fortaleza y quienes han celebrado los logros en este proceso. Dedico a ustedes mi trabajo con todo amor y agradecimiento.

## Resumen

La investigación sobre los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas tiene como propósito entender las condiciones bajo las cuáles el docente tiene la capacidad de utilizar las estrategias ya planteadas para guiar su enseñanza hacia la solución de problemas.

El marco teórico de la investigación utiliza el método heurístico para la solución de problemas (Pólya, 1945), la solución de problemas matemáticos (Schoenfeld, 1985), la teoría antropológica de la didáctica (Chevallard, 1999) y el conocimiento pedagógico del contenido (Shulman, 1986). Pólya describe un método para la solución de problemas que consta de 4 fases o etapas en la que el maestro tiene un rol de facilitador. El trabajo de Schoenfeld valida la teoría de Pólya mediante la práctica y trabaja 4 dimensiones. Por su parte, Chevallard sitúa la actividad matemática y su estudio en el conjunto de actividades humanas y de instituciones sociales. Además, propone una estructura para el análisis de tareas. Mientras, Shulman establece que el conocimiento pedagógico del contenido es la combinación entre el material y la pedagogía, en el que se adaptan los intereses y capacidades de los estudiantes y se usan y aplican en la enseñanza.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo con diseño no experimental de tipo transversal y correlacional-causal. El instrumento fue un cuestionario de 20 preguntas con escala *Likert*. Cada una de las premisas del cuestionario estaba directamente relacionada con una de las 5 sub-preguntas de investigación con las variables: preferencia, conocimiento, dominio de múltiples estrategias, actitud y postura. A cada alternativa se le asignó un valor numérico del 1 al 5. El cuestionario en *Microsoft Forms* fue compartido en distintas plataformas de comunicación de grupos educativos, asociaciones y federaciones de maestros. El análisis estadístico y las correlaciones de los datos obtenidos se realizó en *Microsoft Excel* y *Gretl*.

Las conclusiones del estudio son: (1) no se puede determinar la preferencia de los maestros entre el método algorítmico y el método heurístico, (2) el conocimiento de los maestros sobre el método heurístico no es un factor para emplearlo en la sala de clases, (3) el dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para emplear el método heurístico en la sala de clases, (4) la actitud del maestro respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico no es un factor para su uso en la sala de clases, (5) la posición del maestro sobre su rol dentro del desarrollo integral de los estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela no son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases.

## **Tabla de Contenido**

|                                      |
|--------------------------------------|
| Hoja de aprobación, <i>ii</i>        |
| Certificación de autoría, <i>iii</i> |
| Prefacio, <i>iv</i>                  |
| Resumen, <i>v</i>                    |
| Tabla de contenido, <i>vi</i>        |
| Índice de tablas, <i>viii</i>        |
| Índice de ilustraciones, <i>xi</i>   |
| Índice de apéndices, <i>xiv</i>      |

### **Capítulo I. Introducción: Planteamiento del Problema de Investigación 1**

|                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|
| Antecedentes 1                                                     |
| Problema de investigación 5                                        |
| Propósito de la investigación 7                                    |
| Hipótesis alternas 9                                               |
| Hipótesis nulas 10                                                 |
| Justificación 11                                                   |
| Marco teórico 13                                                   |
| Método heurístico para la solución de problemas de George Pólya 14 |
| Solución de problemas matemáticos de Alan H. Schoenfeld 17         |
| Teoría antropológica de lo didáctico de Yves Chevallard 22         |
| Conocimiento pedagógico del contenido de Lee Shulman 23            |
| Definiciones de los términos del estudio                           |

### **Capítulo II. Revisión de Literatura 31**

|                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|
| Solución de problemas verbales 31                                  |
| Método heurístico de Pólya 35                                      |
| Método de solución de problemas de Schoenfeld 37                   |
| Teoría antropológica de la didáctica de Chevallard 39              |
| Teoría del conocimiento pedagógico del contenido de Lee Shulman 42 |
| Método algorítmico 46                                              |
| Confianza, seguridad y esfuerzo del docente 48                     |

### **Capítulo III. Método 51**

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Diseño de la investigación                     | 51 |
| Participantes de la investigación              | 52 |
| Instrumento de investigación                   | 54 |
| Procedimiento para la recopilación de datos    | 55 |
| Método para analizar la información recopilada | 57 |

### **Capítulo IV. Resultados 58**

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| Resultados                                                  | 62  |
| Correlación entre premisas del cuestionario                 | 92  |
| Resultados por pregunta de investigación                    | 99  |
| Pregunta 1                                                  | 99  |
| Pregunta 2                                                  | 101 |
| Pregunta 3                                                  | 103 |
| Pregunta 4                                                  | 105 |
| Pregunta 5                                                  | 107 |
| Correlación entre las preguntas de investigación            | 109 |
| Comparación de resultados de las preguntas de investigación | 111 |

### **Capítulo V. Discusión 114**

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| Conclusiones                                 | 114 |
| Discusión                                    | 115 |
| Primera pregunta de investigación            | 116 |
| Segunda pregunta de investigación            | 117 |
| Tercera pregunta de investigación            | 118 |
| Cuarta pregunta de investigación             | 119 |
| Quinta pregunta de investigación             | 120 |
| Limitaciones del estudio                     | 121 |
| Recomendaciones generales                    | 122 |
| Recomendaciones para futuras investigaciones | 123 |

### **Referencias 124**

### **Apéndices 130**

## Índice de Tablas

|           |                                                                         |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1.  | Modelos de resolución de problemas matemáticos                          | 36 |
| Tabla 2.  | Pareo de las preguntas de investigación y las premisas del cuestionario | 61 |
| Tabla 3.  | Resumen de las respuestas al cuestionario                               | 65 |
| Tabla 4.  | Estadística descriptiva para la pregunta #1 del cuestionario            | 67 |
| Tabla 5.  | Estadística descriptiva para la pregunta #2 del cuestionario            | 68 |
| Tabla 6.  | Estadística descriptiva para la pregunta #3 del cuestionario            | 69 |
| Tabla 7.  | Estadística descriptiva para la pregunta #4 del cuestionario            | 70 |
| Tabla 8.  | Estadística descriptiva para la pregunta #5 del cuestionario            | 71 |
| Tabla 9.  | Estadística descriptiva para la pregunta #6 del cuestionario            | 72 |
| Tabla 10. | Estadística descriptiva para la pregunta #7 del cuestionario            | 73 |
| Tabla 11. | Estadística descriptiva para la pregunta #8 del cuestionario            | 74 |
| Tabla 12. | Estadística descriptiva para la pregunta #9 del cuestionario            | 75 |
| Tabla 13. | Estadística descriptiva para la pregunta #10 del cuestionario           | 76 |
| Tabla 14. | Estadística descriptiva para la pregunta #11 del cuestionario           | 77 |
| Tabla 15. | Estadística descriptiva para la pregunta #12 del cuestionario           | 78 |
| Tabla 16. | Estadística descriptiva para la pregunta #13 del cuestionario           | 79 |
| Tabla 17. | Estadística descriptiva para la pregunta #14 del cuestionario           | 80 |
| Tabla 18. | Estadística descriptiva para la pregunta #15 del cuestionario           | 81 |
| Tabla 19. | Estadística descriptiva para la pregunta #16 del cuestionario           | 82 |
| Tabla 20. | Estadística descriptiva para la pregunta #17 del cuestionario           | 83 |
| Tabla 21. | Estadística descriptiva para la pregunta #18 del cuestionario           | 84 |

|           |                                                                                                                  |            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Tabla 22. | Estadística descriptiva para la pregunta #19 del cuestionario                                                    | <b>85</b>  |
| Tabla 23. | Estadística descriptiva para la pregunta #20 del cuestionario                                                    | <b>86</b>  |
| Tabla 24. | Estadística descriptiva para la pregunta #21 del cuestionario                                                    | <b>87</b>  |
| Tabla 25. | Estadística descriptiva para la pregunta #22 del cuestionario                                                    | <b>88</b>  |
| Tabla 26. | Estadística descriptiva para la pregunta #23 del cuestionario                                                    | <b>89</b>  |
| Tabla 27. | Estadística descriptiva para la pregunta #24 del cuestionario                                                    | <b>90</b>  |
| Tabla 28. | Estadística descriptiva para la pregunta #25 del cuestionario                                                    | <b>91</b>  |
| Tabla 29. | Tabla de correlaciones entre las premisas del cuestionario                                                       | <b>93</b>  |
| Tabla 30. | Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #1 de la investigación                               | <b>100</b> |
| Tabla 31. | Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta de investigación       | <b>101</b> |
| Tabla 32. | Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #2 de la investigación                               | <b>102</b> |
| Tabla 33. | Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #2 de la investigación | <b>103</b> |
| Tabla 34. | Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #3 de la investigación                               | <b>104</b> |
| Tabla 35. | Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #3 de la investigación | <b>105</b> |
| Tabla 36. | Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #4 de la investigación                               | <b>106</b> |
| Tabla 37. | Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #4 de la investigación | <b>107</b> |
| Tabla 38. | Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #5 de la investigación                               | <b>108</b> |

|           |                                                                                                                             |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabla 39. | Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #5 de la investigación <b>109</b> |
| Tabla 40. | Tabla de correlaciones entre las preguntas de investigación <b>109</b>                                                      |
| Tabla 41. | Comparación de los resultados de las preguntas de investigación <b>111</b>                                                  |
| Tabla 42. | Comparación de los resultados de la pregunta #1 y la pregunta #3 de investigación <b>112</b>                                |

## Índice de Ilustraciones

### Figuras

|                    |                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <i>Figura I.</i>   | Pasos para resolver un problema (Pólya, 1989) <b>14</b>                 |
| <i>Figura II.</i>  | Preguntas guías para la resolución de problemas (Pólya, 1989) <b>17</b> |
| <i>Figura III.</i> | Teoría de Schoenfeld (1985) <b>22</b>                                   |
| <i>Figura IV.</i>  | Modelo de razonamiento y acción pedagógicos (Shulman, 2005) <b>29</b>   |
| <i>Figura V.</i>   | Enfoque aditivo o transformador del CDC (Leal Castro, 2014) <b>44</b>   |
| <i>Figura VI.</i>  | Enfoque transformador del CDC (Leal Castro, 2014) <b>44</b>             |

### Gráficas

|                      |                                                         |
|----------------------|---------------------------------------------------------|
| <i>Gráfica I.</i>    | Primer criterio de inclusión/exclusión <b>62</b>        |
| <i>Gráfica II.</i>   | Segundo criterio de inclusión/exclusión <b>63</b>       |
| <i>Gráfica III.</i>  | Tercer criterio de inclusión/exclusión <b>63</b>        |
| <i>Gráfica IV.</i>   | Consentimiento del participante <b>64</b>               |
| <i>Gráfica V.</i>    | Resultados de la pregunta #1 del cuestionario <b>67</b> |
| <i>Gráfica VI.</i>   | Resultados de la pregunta #2 del cuestionario <b>68</b> |
| <i>Gráfica VII.</i>  | Resultados de la pregunta #3 del cuestionario <b>69</b> |
| <i>Gráfica VIII.</i> | Resultados de la pregunta #4 del cuestionario <b>70</b> |
| <i>Gráfica IX.</i>   | Resultados de la pregunta #5 del cuestionario <b>71</b> |
| <i>Gráfica X.</i>    | Resultados de la pregunta #6 del cuestionario <b>72</b> |
| <i>Gráfica XI.</i>   | Resultados de la pregunta #7 del cuestionario <b>73</b> |
| <i>Gráfica XII.</i>  | Resultados de la pregunta #8 del cuestionario <b>74</b> |

|                        |                                                                                                                   |            |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Gráfica XIII.</i>   | Resultados de la pregunta #9 del cuestionario                                                                     | <b>75</b>  |
| <i>Gráfica XIV.</i>    | Resultados de la pregunta #10 del cuestionario                                                                    | <b>76</b>  |
| <i>Gráfica XV.</i>     | Resultados de la pregunta #11 del cuestionario                                                                    | <b>77</b>  |
| <i>Gráfica XVI.</i>    | Resultados de la pregunta #12 del cuestionario                                                                    | <b>78</b>  |
| <i>Gráfica XVII.</i>   | Resultados de la pregunta #13 del cuestionario                                                                    | <b>79</b>  |
| <i>Gráfica XVIII.</i>  | Resultados de la pregunta #14 del cuestionario                                                                    | <b>80</b>  |
| <i>Gráfica XIX.</i>    | Resultados de la pregunta #15 del cuestionario                                                                    | <b>81</b>  |
| <i>Gráfica XX.</i>     | Resultados de la pregunta #16 del cuestionario                                                                    | <b>82</b>  |
| <i>Gráfica XXI.</i>    | Resultados de la pregunta #17 del cuestionario                                                                    | <b>83</b>  |
| <i>Gráfica XXII.</i>   | Resultados de la pregunta #18 del cuestionario                                                                    | <b>84</b>  |
| <i>Gráfica XXIII.</i>  | Resultados de la pregunta #19 del cuestionario                                                                    | <b>85</b>  |
| <i>Gráfica XXIV.</i>   | Resultados de la pregunta #20 del cuestionario                                                                    | <b>86</b>  |
| <i>Gráfica XXV.</i>    | Resultados de la pregunta #21 del cuestionario                                                                    | <b>87</b>  |
| <i>Gráfica XXVI.</i>   | Resultados de la pregunta #22 del cuestionario                                                                    | <b>88</b>  |
| <i>Gráfica XXVII.</i>  | Resultados de la pregunta #23 del cuestionario                                                                    | <b>89</b>  |
| <i>Gráfica XXVIII.</i> | Resultados de la pregunta #24 del cuestionario                                                                    | <b>90</b>  |
| <i>Gráfica XXIX.</i>   | Resultados de la pregunta #25 del cuestionario                                                                    | <b>91</b>  |
| <i>Gráfica XXX.</i>    | Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre la “preferencia”                      | <b>100</b> |
| <i>Gráfica XXXI.</i>   | Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre el “conocimiento”                     | <b>102</b> |
| <i>Gráfica XXXII.</i>  | Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre el “dominio de múltiples estrategias” | <b>104</b> |

- Gráfica XXXIII.* Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre la “actitud” **106**
- Gráfica XXXIV.* Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre el “postura” **108**
- Gráfica XXXV.* Regresión lineal entre la pregunta #1 y la pregunta #3 de investigación **113**

## **Índice de Apéndices**

|             |                                                                         |            |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| Apéndice A. | Carta de aprobación <i>Institutional Review Board</i>                   | <b>131</b> |
| Apéndice B. | Documento de consentimiento para participantes                          | <b>133</b> |
| Apéndice C. | Carta de colaboración                                                   | <b>136</b> |
| Apéndice D. | Formato de acuerdo de colaboración                                      | <b>137</b> |
| Apéndice E. | Acuerdo de colaboración 1                                               | <b>138</b> |
| Apéndice F. | Acuerdo de colaboración 2                                               | <b>139</b> |
| Apéndice G. | Acuerdo de colaboración 3                                               | <b>140</b> |
| Apéndice H. | Documentos para el panel de expertos                                    | <b>141</b> |
| Apéndice I. | Validación de expertos                                                  | <b>149</b> |
| Apéndice J. | Instrumento de investigación                                            | <b>152</b> |
| Apéndice K. | Promoción/Anuncio de la investigación                                   | <b>180</b> |
| Apéndice L. | Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico | <b>181</b> |
| Apéndice J. | Validación de la Guía                                                   | <b>197</b> |

## **Capítulo I**

### **Introducción: Planteamiento del Problema de Investigación**

Esta investigación con diseño cuantitativo está dirigida a identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas, sin llegar al propósito de la enseñanza mediante esta estrategia, reconocida por las corrientes pedagógicas actuales como una de las más efectivas para superar la falta de motivación y el bajo aprovechamiento de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas. Con esto se pretende encontrar alternativas viables para la utilización de la estrategia de enseñanza mediante solución de problemas, según recomiendan las escuelas pedagógicas y se especifica en los estándares educativos de Puerto Rico.

### **Antecedentes**

Las matemáticas son uno de los conocimientos más antiguos y valorados en la historia de la humanidad (Coronado-Hijón, 2014). Desde las antiguas civilizaciones, han tenido un rol importante en todos los aspectos de la actividad humana. Éstas han influenciado el comercio, la agricultura, la religión y la guerra, y todos éstos han influenciado a su vez los problemas matemáticos (Mankiewicz, 2005). La solución de problemas (Problem Solving) es una de las principales líneas de investigación educativas relacionadas con la matemática que se realizan a través de todo el globo terráqueo como

estrategia didáctica para el aprendizaje de esta materia (Alfaro y Barrantes, 2008). Existe consenso en la comunidad educativa, particularmente en cuanto a matemática se refiere, de la importancia de centrar el aprendizaje de los estudiantes en la resolución de problemas (Marino 2008). La investigación del “*Problem Solving*” floreció en los Estados Unidos en los 1980 y aunque ha disminuido desde mediados de los 1990 (Schoenfeld, 2007), sigue siendo de mucho interés.

Sin embargo, se ha observado que la solución de problemas no se integra frecuentemente en la sala de clases (Hernández y Villafañe, 2009). Por lo tanto, a pesar de su importancia y de la necesidad de desarrollar habilidades de los estudiantes para la solución de problemas, muchos investigadores han detectado dificultades en su ejecución e implementación (Alonso, Gorina y Santiesteban, 2012).

La matemática es parte fundamental del currículo desde los primeros años escolares de cada individuo, pues a través ésta se adquieren conocimientos de otras áreas y el estudiante desarrolla habilidades necesarias para la vida (Pérez y Ramírez, 2011). Sin embargo, la matemática como una disciplina dinámica y cambiante está en constante desarrollo y se reajusta ante las nuevas situaciones problemáticas (Cruz, 2006).

Para atender esta naturaleza cambiante, la solución de problemas ha sido uno de los enfoques en la educación matemática desde la década de los 1970 y la misma ha sido estudiada por matemáticos como George Pólya en 1945 y Alan H. Schoenfeld (1985). Ésta enfatiza el estudio de situaciones y problemas, mejor si están relacionados con la realidad del estudiante, sobre los métodos algorítmicos y las respuestas de memoria. Sin embargo, no ha sido una estrategia de fácil aplicación. En el 2007, Juidías y Rodríguez

establecieron que parte de la dificultad estriba en reconocer qué es un problema y para quién es el problema. La situación o pregunta de un problema debe ser presentada de forma que exija a la audiencia una solución que no logran alcanzar mediante los algoritmos o fórmulas que ya conozcan, pero que no sea tan difícil que no puedan visualizar algunas estrategias heurísticas hacia la solución.

Existe un método con el cual se puede despertar la curiosidad del estudiante en la resolución de problemas a la vez que se activa el conocimiento previo y los niveles de pensamiento. El mismo fue expuesto a mediados de la década de los 40 por el matemático húngaro George Pólya. Este método establece cuatro pasos para que el alumno llegue a conclusiones sobre el problema presentado y se enfoca en el proceso y las destrezas utilizadas para determinar la respuesta, más que en que la misma sea la correcta (Pólya, 1989).

En el estudio sobre qué es un problema y las percepciones en la enseñanza media costarricense realizado por Alfaro y Barrantes (2008), los profesores participantes señalaron una serie de dificultades para desarrollar una enseñanza basada en la solución de problemas. Entre éstas se encuentran: la cantidad de estudiantes por grupo, la gran cantidad de contenido de los programas de estudio y el poco tiempo lectivo. Podemos entender que si tenemos muchos estudiantes por salón de clases se nos hace más difícil la tarea para poder desarrollar en los estudiantes el pensamiento crítico, además que el sistema educativo se enfoca en cantidad de contenido en vez de la calidad de la enseñanza.

En el estudio realizado por Alsina (2012) sobre el proceso de transformación de las concepciones del profesorado sobre la resolución de problemas, los maestros participantes del mismo llegaron a consenso sobre varios factores internos y externos que afectan el proceso de la enseñanza mediante la solución de problemas matemáticos. Entre los factores internos que se identifican se encuentran la falta de especialización y el poco dominio de las áreas de contenido, mientras que entre los factores externos se destaca el número de estudiantes por clase y la falta de materiales manipulativos.

Sin embargo, el estudio hace varias aportaciones las cuales se pueden adaptar a la realidad educativa de Puerto Rico. Es importante que el docente sea capaz de: tomar conciencia sobre su práctica en la sala de clases, reflexionar sobre ésta y determinar distintas formas de presentarle la solución de problemas en la sala de clases (Alsina, 2012). Además, se establece la importancia de la integración de la solución de problemas matemáticos en los cursos requeridos en los Programas de Preparación de Maestros en las Instituciones de Educación Superior (Akgun, 2014).

En el estudio realizado por Cruz (2006) sobre la enseñanza de las matemáticas a través de la solución de problemas, se establece que las ventajas del método heurístico para la solución de problemas sobre la enseñanza tradicional no se evidencian a corto plazo. Además, el autor menciona que este tipo de enseñanza requiere mayor tiempo para la preparación de la clase que cuando se planifica utilizando métodos no polémicos o algorítmicos. Para Juidías y Ramírez (2007), en el estudio sobre las dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos, un problema exige mucho más que la aplicación rutinaria de algoritmos o fórmulas, por

lo que se convierte en una de las características para distinguir un problema de un ejercicio de aplicación.

En el 2009, Hernández y Villafañe realizaron un estudio sobre las creencias de los candidatos a maestros sobre la solución de problemas matemáticos, en el que observaron que la solución de problemas no se integra frecuentemente en la sala de clases y establecen que algunos autores atribuyen esta situación al conocimiento de la disciplina que tienen los maestros, otros aspectos afectivos y metacognitivos, incluyendo las creencias. Esto concuerda con el estudio realizado por Alsina (2012).

En respuesta, varios investigadores se han dado a la tarea de explorar alternativas viables para la enseñanza de las matemáticas incorporando distintas teorías en lo que ellos han denominado “*Mathematics for Teaching*” ( $M_4T$ ). En su libro “*The Math Teachers Know: Profound Understanding of Emergent Mathematics*” (2014) Brent Davis y Moshe Renert establecen las dimensiones colaborativas de conocer matemáticas en una forma que permita y enriquezca el proceso de enseñanza.  $M_4T$  es mucho más que un conjunto de conceptos que pueden ser probados objetivamente o divididos en categorías, es una red compleja de entendimientos, disposiciones y competencias que no pueden ser nombrados o medidos fácilmente. Esta complejidad debe ser una experiencia vista, escuchada y sentida (Davis & Renert, 2014).

### **Problema de investigación**

En esta propuesta de investigación con diseño cuantitativo para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el

método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas, se pretende identificar los factores que influyen en los métodos de enseñanza utilizados por los maestros de matemática de nivel intermedio y basándose en ellos realizar recomendaciones para mejorar, de ser necesario, la enseñanza de la solución de problemas verbales de matemáticas en sus salas de clases.

Diariamente utilizamos las matemáticas para resolver situaciones cotidianas, pues todo lo que nos rodea o en las actividades que realizamos, consciente o inconscientemente, utilizamos destrezas matemáticas mediante el desarrollo del hábito mental (Pólya, 1989). Sin embargo, cuando no se poseen las destrezas necesarias para la solución de problemas, se dificulta pensar claramente y evaluar las posibles alternativas para hallar la solución. Estas son algunas de las razones por las cuales es indispensable el desarrollo de destrezas de análisis matemático en los estudiantes desde la educación primaria (Pérez y Ramírez, 2011).

De acuerdo con las ideas de Pólya (1989), es importante el desarrollo de destrezas matemáticas para la vida y no para la escuela. En muchas ocasiones es necesario comenzar con un método para la fijación de procesos y/o conceptos, para luego poder utilizar los mismos en situaciones completamente distintas. Por lo tanto, desarrollamos destrezas a través del método algorítmico para luego utilizar el método heurístico en situaciones nuevas, pero siempre tomando en consideración que es necesario desarrollar niveles altos de pensamiento en el alumno y no meramente estancarse en conseguir una respuesta correcta, limitando de esta forma las capacidades de los estudiantes.

Sin embargo, a pesar de que la importancia de la pertinencia en la enseñanza de las matemáticas es divulgada constantemente y que la solución de problemas ocupa un

lugar central en la misma, la realidad es que en muchas de las aulas escolares se han enfocado la enseñanza con base en los métodos mecánicos y la memoria (Pérez y Ramírez, 2011). Los alumnos no desarrollan destrezas de pensamiento crítico ni de solución de problemas por distintas razones, entre las que podemos destacar la falta de confianza y seguridad del docente en estas estrategias, y el esfuerzo que requiere este proceso (Hernández y Villafañe, 2009 y Contreras, 2001). Para Pérez y Ramírez (2011), es necesario que el maestro conozca las distintas estrategias para la solución de problemas que han sido propuestas por investigadores y expertos en el área.

El método heurístico expuesto por George Pólya, mediante una serie de pasos y preguntas guías, pretende desarrollar en el estudiante las destrezas necesarias para la solución de problemas y que este conocimiento pueda ser aplicado a cualquier situación de la vida cotidiana. Este debe ser el enfoque de enseñanza para que el conocimiento adquirido sea permanente y pertinente, pues la solución de problemas es una estrategia de fácil transferencia para la vida (Pérez y Ramírez, 2011).

### **Propósito de la investigación**

El propósito de la investigación para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas es entender las condiciones bajo las cuáles el docente tiene la capacidad de utilizar las estrategias ya planteadas para guiar su enseñanza hacia la solución de problemas. Entre los beneficios pedagógicos de la enseñanza basada en problemas podemos destacar: (1) la valorización

de las matemáticas, (2) mejor ejecución en las pruebas estandarizadas, (3) el desarrollo de destrezas de análisis y pensamiento crítico, (4) desarrollo de la creatividad, (5) pertinencia y aprendizaje significativo y (6) adquisición de destrezas para la vida. Además, el maestro podrá reconocer si los métodos y estrategias que está utilizando son los adecuados para la enseñanza de la solución de problemas verbales de matemática.

La investigación persigue los siguientes objetivos:

1. Determinar si los maestros de matemáticas de nivel intermedio prefieren el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases.
2. Determinar si el conocimiento de los maestros de matemática de nivel intermedio sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para emplearlo en la sala de clases.
3. Determinar si el dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas por parte de los maestros de matemática de nivel intermedio es un factor para emplear el método heurístico en la sala de clases.
4. Determinar si la postura del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para emplearlo en la sala de clases.
5. Determinar si la posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y si su clase cumple con las expectativas del sistema o de la escuela es un factor para el emplear el método heurístico en la sala de clases.

Se presentan las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Prefieren los maestros de matemáticas de nivel intermedio el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases?
2. ¿El conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemática de nivel intermedio lo implementen en la sala de clases?
3. ¿El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases?
4. ¿La actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a la diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para su uso en la sala de clases?
5. ¿La posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases?

Se consideran las siguientes hipótesis luego de analizar el problema y las preguntas de la investigación:

*Hipótesis alternas*

1. Los maestros de matemáticas de nivel intermedio prefieren el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases.

2. El conocimiento de los maestros de matemática de nivel intermedio sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para emplearlo en la sala de clases.
3. El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas por parte de los maestros de matemática de nivel intermedio es un factor para emplear el método heurístico en la sala de clases.
4. La postura del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a la diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para emplearlo en la sala de clases.
5. El entendimiento del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y si su clase cumple con las expectativas del sistema o de la escuela es un factor para el emplear el método heurístico en la sala de clases.

#### *Hipótesis nula*

1. Los maestros de matemáticas de nivel intermedio prefieren el método algorítmico para la solución de problemas verbales en la sala de clases.
2. El conocimiento de los maestros de matemática de nivel intermedio sobre el método heurístico para la solución de problemas no es un factor para emplearlo en la sala de clases.
3. El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas por parte de los maestros de matemática de nivel intermedio no es un factor para emplear el método heurístico en la sala de clases.

4. La postura del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a la diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico no es un factor para emplearlo en la sala de clases.
5. El entendimiento del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y si su clase cumple con las expectativas del sistema o de la escuela no es un factor para el emplear el método heurístico en la sala de clases.

### **Justificación**

La propuesta de investigación para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas está basada en el *Proyecto de Renovación Curricular* (2003) del Departamento de Educación de Puerto Rico. El documento (p. 7) establece que “la escuela debe priorizar las competencias que permitan pensar estratégicamente, planificar y responder creativamente a demandas cambiantes; identificar, definir y resolver problemas, al mismo tiempo que formular alternativas, soluciones y evaluar resultados”, por lo cual el docente es pieza clave para que este propósito se cumpla.

El *Marco Curricular del Programa de Matemáticas* (2016) del Departamento de Educación señala la solución de problemas como una estrategia de enseñanza y menciona que “el docente debe utilizar diferentes heurísticas para la solución de acuerdo con el tipo y estilo de problema” (p.40). Si se investiga la eficacia del método heurístico sobre el método algorítmico o viceversa para la resolución de problemas, se podrá establecer

claramente, cuál de los dos debe utilizarse en el sistema de enseñanza para lograr cumplir con los objetivos, estándares y expectativas del Programa de Matemáticas.

Esta investigación fue diseñada para que al finalizar el estudio y luego identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas, se recomienden estrategias a los docentes participantes para aumentar la frecuencia de la solución de problemas en sus clases de ser necesario. Además, se promoverá la enseñanza y práctica efectiva del docente en la resolución de problemas matemáticas, para que los estudiantes se beneficien a la vez que los padres son testigos del aumento en el aprovechamiento académico de sus hijos. Por lo tanto, este estudio es relevante para el sistema educativo, los docentes, padres, madres y estudiantes. Esto exige un cambio de actitudes y de paradigma en la enseñanza de las matemáticas.

Es importante mencionar que gran parte de los estudios realizados en los últimos años en Puerto Rico sobre la implementación del método algorítmico y el método heurístico en la sala de clases, se concentran en el estudiante. Por ejemplo, en 2013 Llanos realizó un estudio con estudiantes universitarios de una institución universitaria privada en la Región de Mayagüez para determinar las diferencias en la eficacia en la solución de problemas verbales de matemáticas. En ese mismo año, Nieves investigó sobre el aprovechamiento académico de estudiantes de escuela intermedia de la Región Educativa de Mayagüez en la solución de problemas verbales de matemáticas al ser expuestos a estrategias del método heurístico de aprendizaje. Peña-Sureda (2017), realizó un estudio sobre la aplicación de estrategias heurísticas en la solución de problemas de ecuaciones algebraicas en estudiantes de una institución educativa post

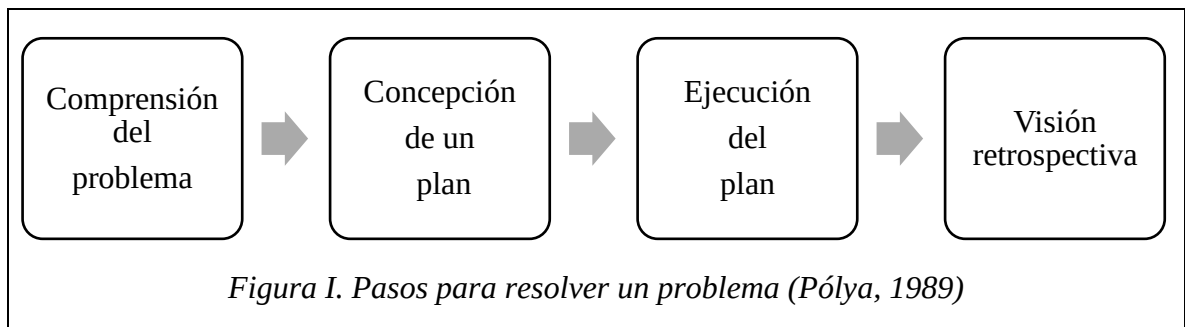
secundaria del área sur de Puerto Rico. En 2019, Vidal Valdivia realizó un estudio sobre el efecto de la estrategia heurística de Pólya (1957) y del modelo de instrucción directa de Joyce, Weil y Calhoun (2012) en el aprovechamiento académico en la solución de problemas verbales sobre ecuaciones lineales en estudiantes de undécimo grado en una escuela privada. Aunque estos estudios comparten el interés por la implementación de estrategias para la solución de problemas en la sala de clases, esta investigación muestra un aspecto distinto al centrarse en el docente como el sujeto de estudio.

### **Marco teórico**

El marco teórico del estudio para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas está basado en las teorías de George Pólya (1989) y Alan H. Schoenfeld (1985), en la teoría antropológica de lo didáctico de Yves Chevallard (1999) y el conocimiento pedagógico del contenido de Lee Shulman (1986). La teoría Pólya es conocida como el método heurístico para la solución de problemas, mientras que la de Schoenfeld se conoce como solución de problemas matemáticos. El marco teórico a continuación presenta un análisis de las teorías y su aplicación al problema de investigación antes mencionado.

### *Método heurístico para la solución de problemas de George Pólya*

En su libro “*How to Solve It*” (Pólya, 1945), traducido al español en 1989 con el título “*Cómo plantear y resolver problemas*”, el matemático húngaro George Pólya establece cuatro pasos para resolver un problema. Estos pasos se muestran a continuación en la figura 1.



Las fases antes mencionadas forman parte del método heurístico. La heurística moderna trata de comprender el método que conduce a la solución de problemas y el comportamiento del ser humano ante estos. Además, se conoce como una ciencia de descubrimiento e invención (Pólya, 1989).

Si el maestro se interesa en utilizar este método en su sala de clases debe estar consciente de la dificultad que conlleva el proceso. Primeramente, debe ejercer su rol de facilitador para ayudar al estudiante en la adquisición de conocimiento por sus propias experiencias. Para esto, debe realizarle preguntas al alumno de forma natural, sin imponerse. Se utilizan interrogantes claves como ¿Cuál es la incógnita? o ¿Qué se requiere? para captar la atención del estudiante en la incógnita del problema y sembrar la curiosidad para encontrar la solución del mismo. Además, del uso de preguntas claves,

se requiere que las mismas sean generales para que puedan ser planteadas eficazmente en toda clase de problemas y no estrictamente en los matemáticos.

Según Pólya (1989), uno de los fines principales al utilizar el método heurístico es que el alumno desarrolle la habilidad para resolver problemas posteriores. Para esto, el maestro se vale de la imitación y la práctica. En primera instancia, se ayuda y se guía al estudiante mediante preguntas dirigidas a la resolución del problema. Luego de que el proceso se ha llevado a cabo con diferentes situaciones, se espera que el estudiante sea capaz de resolver problemas haciendo uso de los conocimientos y estrategias previamente adquiridos.

La primera fase para la solución de problemas mediante el método heurístico es comprender el problema. En esta etapa el importante entender claramente lo que se pide, visualizar el problema como un todo. El estudiante no sólo debe comprenderlo, sino que debe desear resolverlo. Con el fin de lograrlo, se deben separar las partes principales del problema de acuerdo con su naturaleza. En los problemas para “demostrar” las partes principales son la hipótesis y la conclusión, mientras que en los problemas para “resolver” estas son la incógnita, los datos y las condiciones. Si el problema es muy difícil se recomienda descomponerlo en todas sus partes detalladamente y si es necesario se hace referencia a las definiciones de términos. En ocasiones, ésta puede ser la parte más difícil para el estudiante por falta de concentración e inclusive de motivación.

Luego de la comprensión del problema pasamos a la concepción del plan. En esta etapa se pretende ver lo que relaciona la incógnita con los datos a fin de encontrar la solución del problema. Con el fin de trazar un plan efectivo se consideran las partes

principales del problema y éste es considerado desde varios puntos de vista con el propósito de encontrar puntos de contacto con los conocimientos previos. Si de primera intención no se puede resolver el problema propuesto, se intenta resolver alguno relacionado con él.

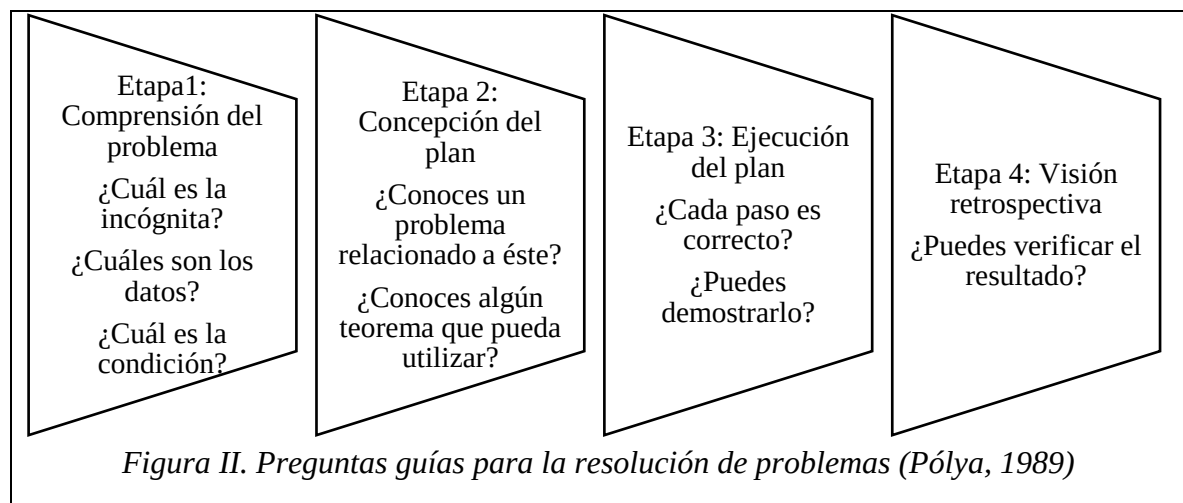
Ya que se ha trazado el plan, pasamos a la ejecución de éste. En esta fase se debe tener una plena comprensión del problema para poder presentar un razonamiento formal. El estudiante presenta seguridad en cada paso del razonamiento por lo que la presentación de la solución es exacta y correcta. En muchas ocasiones, los estudiantes luego de ejecutar su plan no realizan el último paso de este método que es la visión retrospectiva, dando por hecho que su respuesta es final y sintiéndose complacido por haber encontrado un resultado. Sin embargo, es importante que esta revisión se realice ya que mediante la misma se reconsidera la solución, se re-examina el resultado y el proceso por lo que se consolidan los conocimientos y se desarrollan aptitudes para la solución de problemas.

Además de las cuatro fases, Pólya (1989) establece que la solución de problemas no es un asunto “meramente intelectual”, si no que la determinación y las emociones influyen grandemente en que el proceso sea exitoso.

La solución de problemas es una escuela de voluntad. Resolviendo problemas que parecen difíciles, el alumno aprende a perseverar pese a los fracasos, a apreciar el menor de los progresos, a lograr la idea esencial, a hacer un llamado a toda su fuerza de concentración. Si el alumno no encuentra en la escuela la oportunidad de familiarizarse con las diversas emociones que ofrece el esfuerzo con vista a la solución, su educación matemática ha fallado en su objeto más esencial. (Pólya, 1989, pp. 81)

Para Pólya el desarrollo de las destrezas para la solución de problemas es vital para el desenvolvimiento del estudiante tanto en el aspecto matemático como en

situaciones de la vida diaria. Es de vital importancia el papel de facilitador que debe asumir el educador para que el propósito del método heurístico se cumpla a cabalidad. No es sólo enfocarse en el proceso y en la respuesta, sino que es necesario comprender el problema y luego de ejecutar el plan trazado, evaluar la respuesta para que el conocimiento adquirido en el proceso sea uno significativo y el mismo pueda ser extrapolado en situaciones futuras. La figura 2 presenta un resumen de las etapas y de las preguntas básicas que se utilizan en cada una de ellas.



### *Solución de problemas matemáticos de Alan H. Schoenfeld*

En su libro “*Mathematical Problem Solving*” (1985), el matemático norteamericano Alan Schoenfeld se basa en la teoría del matemático húngaro George Pólya establecida en su libro “*How to Solve it*” (1945). La diferencia más significativa entre Pólya y Schoenfeld estriba en que el primero se dedicó a redactar la teoría, mientras que el segundo la puso en práctica para validarla. Para Schoenfeld (1985) la solución de problemas matemáticos consta de cuatro dimensiones o categorías: los recursos, las heurísticas, el control y las creencias.

Los recursos son el conocimiento previo, o sea, los conceptos, fórmulas y algoritmos que el individuo conoce y considere necesario para solucionar el problema matemático al cual ha sido expuesto. Es de suma importancia que el docente conozca cuáles son los recursos con los que cuenta su alumno, antes de exponerlo a una situación matemática, pues si el mismo no cuenta con las herramientas necesarias, el proceso de solución no será efectivo (Schoenfeld, 1985).

Según Schoenfeld (1985), el profesor debe realizar un “inventario de recursos”. En el mismo el docente reconoce como el estudiante accede a su conocimiento previo y cuán eficiente es recordando el mismo. Durante este inventario se pueden detectar los “recursos defectuosos”, los cuales son aquellos procedimientos, fórmulas y conceptos que han sido aprendidos incorrectamente o que el alumno entiende que puede utilizar para solucionar el problema y su razonamiento no es acertado.

En ocasiones, el profesor asigna un problema matemático y comunica que es muy fácil o sencillo. Esto sucede ya que al tener experiencia con el tema se pierde la perspectiva de la dificultad que el problema puede representar para los aprendices. Por lo tanto, se debe estar consciente que los niveles de dificultad son relativos de acuerdo con la persona, su conocimiento previo y la experiencia que se posee en la solución de problemas (Schoenfeld, 1985).

La segunda dimensión que considera Schoenfeld (1985) son las heurísticas. Este expresa que el trabajo realizado por Pólya en este tema tiene problemas, ya que entiende que cada problema matemático requiere heurísticas particulares, o sea, que en todos los problemas no se puede trazar el mismo plan para llegar a la solución. Según Schoenfeld,

el problema con las heurísticas de Pólya estriba en que son muy generales por lo que dificultan su implementación. Por lo tanto, es necesario conocerlas, saber cómo utilizarlas y poseer la habilidad para hacerlo. Las heurísticas son estrategias que nos guían para resolver un problema, o sea, sugerencias generales que ayudan a un individuo a entender mejor un problema o a realizar un proceso para encontrar la solución. Algunas de las estrategias pueden ser el uso de analogías, uso de problemas similares, descomposición y recombinación, representaciones pictóricas, entre otras.

Otra de las dimensiones es el control y se refiere a cómo un estudiante controla su trabajo. Si el alumno es capaz de visualizar varias opciones para llegar a la solución del problema, debe tener la competencia necesaria para discernir si el camino que ha tomado es el correcto o simplemente está equivocado e intentar otra de las alternativas. Es posible que una o más de las estrategias que se ha pensado sean la ruta para la solución del problema matemático. Al ser cada una de las estrategias para la solución del problema una heurística distinta, es de vital importancia que el individuo que está resolviendo el problema matemático posea la habilidad para monitorear y evaluar el procedimiento que está realizando (Schoenfeld, 1985).

El control está conformado de una serie de acciones. La primera de ellas es el entendimiento, la cual se refiere a estar claro sobre lo que trata el problema antes de intentar resolverlo. Sigue la consideración de distintas formas de solución y la selección de una de ellas, o sea, hacer un diseño o planificar la estrategia. La tercera acción es el monitoreo del proceso y ser capaz de identificar cuando una estrategia no es exitosa para cambiarla por otra. El individuo debe realizar el diseño que hizo y estar dispuesto a

modificarlo cuando sea necesario. Por último, importante revisar el proceso de solución del problema (Schoenfeld, 1985).

Algunas de las actividades propuestas por Schoenfeld para que el docente desarrolle el control en sus alumnos son: grabar en video el proceso de la solución de problemas, usar las equivocaciones como modelos, asegurarse que el estudiante entiende el vocabulario y lo que se pide en el problema, y que se resuelvan los problemas mediante el trabajo colaborativo.

Además, existe un sistema de creencias que influye indiscutiblemente en la manera en que el ser humano emprende la resolución de algún problema. Schoenfeld (1985) se enfoca en la percepción que tiene el estudiante, el profesor e incluso los matemáticos sobre la argumentación en el momento de solucionar un problema. El matemático utiliza la argumentación y el razonamiento formal como una herramienta para descubrir soluciones. Sin embargo, el estudiante no los utiliza ya que se enfoca en el intento y error.

Según Schoenfeld (1985), el alumno utiliza la argumentación matemática solamente en dos situaciones. La primera situación es cuando necesita confirmar algo que en su intuición es obvia, o sea, que demostrarlo es irrelevante o no vale la pena hacerlo. La segunda situación es para verificar que lo dicho por el profesor es cierto.

Las creencias condicionan el aprendizaje de las matemáticas, ya que determinan en el estudiante cuándo considerar el enfoque en los conocimientos formales o no y la manera en la que se intenta aprender la matemática. Los estudiantes pueden creer que se aprende matemática memorizando una serie de reglas o que es mediante la elaboración de

conceptos, relaciones y patrones. Además, las creencias influyen en la disposición que tiene el individuo para trabajar con la matemática (Schoenfeld, 1985).

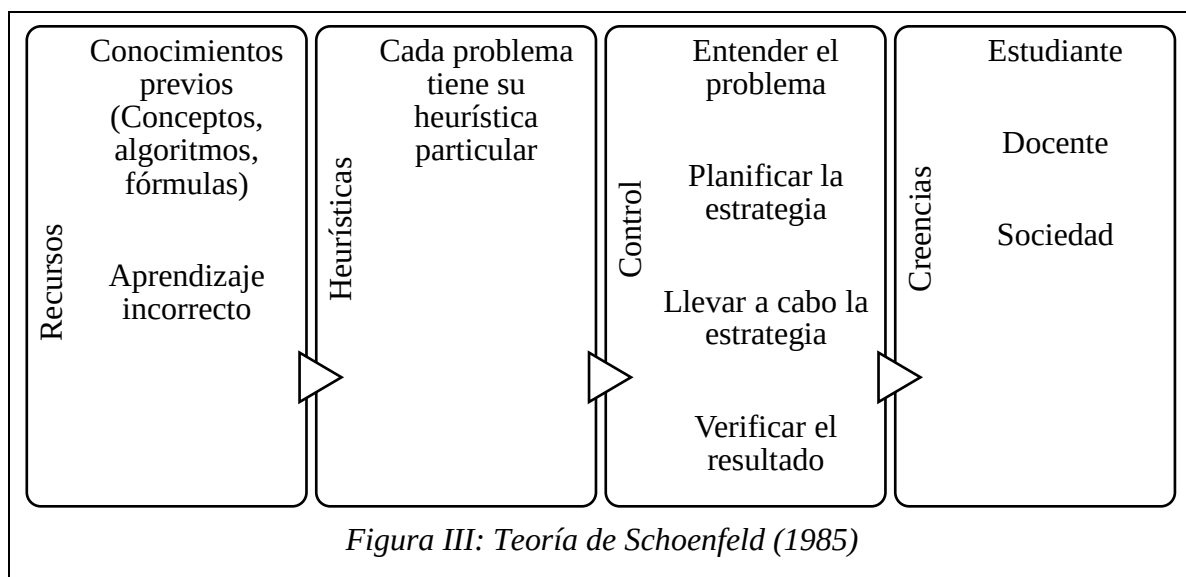
De acuerdo con Schoenfeld existe una serie de creencias sobre la matemática.

Estas creencias son:

1. Los problemas matemáticos tienen una y sólo una respuesta correcta.
2. Existe un sólo camino para llegar a la respuesta correcta.
3. Las matemáticas no se entienden, se memorizan y se aplica lo aprendido mecánicamente.
4. La matemática es una actividad solitaria.
5. Los problemas deben resolverse en cinco minutos o menos.
6. Las matemáticas aprendidas en la escuela no se pueden aplicar a situaciones reales.

Por otra parte, existen las creencias de los profesores y las de la sociedad, la mayoría de los profesores basa sus creencias matemáticas en los que aprendieron durante sus años de formación estudiantil y profesional. Mientras que la sociedad decide qué es posible en el aprendizaje, qué quiera que se aprenda y cómo se deben enseñar las matemáticas (Schoenfeld, 1985).

La figura 3 sintetiza la teoría de Alan Schoenfeld (1985) expuesta en su libro *“Mathematical Problem Solving”*.



### *Teoría antropológica de lo didáctico de Yves Chevallard*

La teoría antropológica de lo didáctico (TAD) sitúa la actividad matemática y su estudio en el conjunto de actividades humanas y de instituciones sociales. El postulado base de la TAD es que “*toda* actividad humana regularmente realizada puede describirse con un modelo *único*, que se resume con la palabra *praxeología*” (Chevallard, 1999, p.222).

En esta praxeología se encuentran las nociones de tareas  $t$  y tipos de tareas  $T$ , las cuales se expresan utilizando verbos pues suponen un objeto relativamente preciso como, por ejemplo: subir una escalera, calcular el valor de una función en un punto, entre otras. Cada tarea  $t$  requiere una forma para realizarse, lo que se conoce como técnica  $\hat{o}$  u manera de hacer. La técnica  $\hat{o}$  es exitosa para la tarea  $t$  a la cual es relativa y puede que fracase para  $T$  pues no es general. Además, una técnica  $\hat{o}$  puede ser superior a otra y no son necesariamente de naturaleza algorítmica o casi algorítmica, aunque en muchas ocasiones parece existir una tendencia a la algoritmización. En una institución  $I$ , existe

en general una sola técnica o al menos un pequeño número de técnicas reconocidas institucionalmente para un tipo de tareas  $T$ . Los tipos de tareas  $T$  y las técnicas  $\hat{o}$  componen el bloque práctico-técnico que se conoce como el saber-hacer (Chevallard, 1999).

La tecnología  $\Theta$  es un discurso racional sobre la técnica  $\hat{o}$ , cuyo objetivo principal es la justificación “racional” de la técnica  $\hat{o}$  para asegurarse que permite realizar las tareas del tipo  $T$ . En ocasiones, algunos elementos tecnológicos están integrados en la técnica. El segundo objetivo de la tecnología  $\Theta$  es explicar, aclarar o hacer inteligible la técnica  $\hat{o}$ . Por lo tanto, la tecnología  $\Theta$  se asegura que la técnica  $\hat{o}$  da lo pretendido y expone porqué es la correcta para cumplir con este propósito. El tercer objetivo es la producción de técnicas. De esta misma forma, la tecnología  $\Theta$  tiene afirmaciones más menos explícitas de las que se puede pedir una razón. Es de ahí que se obtiene un nivel de justificación-explicación-producción superior, que tiene sobre la tecnología  $\Theta$  el mismo papel que ésta tiene sobre la técnica  $\hat{o}$  (Chevallard, 1999).

Para Chevallard (1999) cada discurso tecnológico tiene sus afirmaciones, más o menos explícitas, de las cuales se puede pedir razón. Es en este proceso en el que se pasa a un nivel superior de justificación-explicación-producción, que se conoce como la teoría  $\Theta$ . La teoría  $\Theta$  tiene el mismo papel que la tecnología  $\Theta$  tiene con respecto a la técnica  $\hat{o}$ .

### *Conocimiento pedagógico del contenido de Lee Shulman*

En el artículo “Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma” (2005), Lee Shulman expresa que la reforma profesional de la educación basa sus

argumentos en la convicción de la existencia de un “conocimiento base para la enseñanza” el cual puede ser representado y comunicado. Define el mismo como un “conjunto codificado o codificable de conocimientos, destrezas, comprensión y tecnología, de ética y disposición, de responsabilidad colectiva” (Shulman, 2005, p.5).

La enseñanza requiere habilidades básicas, conocimiento del contenido y habilidades didácticas generales. Estas son las áreas en las que se evalúa a un docente en la mayoría de los estados norteamericanos y sus territorios. Estas pruebas, también conocidas como reválidas, buscan que el docente demuestre principalmente su conocimiento de la materia y dejan en un segundo plano el conocimiento de las teorías y métodos de enseñanza (Shulman, 1986). De acuerdo con Shulman (2005, p.8), este tipo de evaluación trivializa la labor docente, ignora su complejidad y reduce sus demandas, pues los maestros tienen dificultad para articular lo que conocen y cómo lo conocen. Nadie se ha cuestionado como el conocimiento que un maestro posee sobre una materia se convierte en contenido de instrucción (Shulman, 1986).

Un maestro sabe algo que otros no comprenden, en este caso los estudiantes. Por lo tanto, puede transformar la comprensión, las habilidades para desenvolverse, las actitudes o los valores deseados, en representaciones y acciones pedagógicas (Shulman, 2005, p.9). De forma tal, que es capaz de comunicar ideas de formas distintas para que aquellos que no comprenden puedan entender. Ofreciéndole así a sus alumnos las oportunidades necesarias para aprender.

Para Shulman (2005), la enseñanza tiene los objetivos de que los estudiantes aprendan a comprender y resolver problemas, a pensar crítica y creativamente, y que

aprendan datos, principios y normas de procedimiento. Sin embargo, la enseñanza es mucho más que simplemente un aumento de la comprensión y transmisión de conocimientos, por lo que no se limita a la instrucción directa. La misma debe dirigirse hacia el aprendizaje por descubrimiento.

Los conocimientos del maestro pueden organizarse de la siguiente forma: conocimiento del contenido, conocimiento didáctico general, conocimiento del currículo, conocimiento didáctico del contenido, conocimiento de los alumnos y de sus características, conocimiento de los contextos educativos y conocimiento de los objetivos, las finalidades y los valores educativos y de sus fundamentos filosóficos e históricos (Shulman, 2005, p.11).

El conocimiento didáctico o pedagógico del contenido (PCK) va más allá del conocimiento de la materia en sí a la dimensión de conocimiento de la materia para la enseñanza (Shulman, 1986, p.9). En otras palabras, el PCK representa la combinación entre la materia y pedagogía, pues comprende la organización de ciertos temas y problemas, representa y adapta los distintos intereses y capacidades de los estudiantes para ser utilizados y aplicados en la enseñanza. Además, permite distinguir entre la comprensión del especialista en un área específica y su comprensión de la pedagogía (Shulman, 2005).

Existen al menos cuatro fuentes principales del conocimiento base para la enseñanza y la primera es la formación académica en la disciplina a enseñar que se apoya en la bibliografía y los estudios acumulados en cada una de las disciplinas, y el saber académico, histórico y filosófico sobre la naturaleza del conocimiento. El docente debe

comprender las estructuras de la materia que enseña y sus principios de organización conceptual. La responsabilidad que se tiene respecto al conocimiento de los contenidos de la asignatura es inmensa, pues es la principal fuente de comprensión de la materia para los estudiantes. Respondiendo a la diversidad de alumnos es necesario tener una comprensión flexible y polifacética que permita distintas explicaciones de un mismo concepto (Shulman, 2005).

En segundo lugar, se encuentran las estructuras y materiales didácticos entre los que se incluyen los currículos y sus secuencias, las pruebas y materiales para su aplicación, las instituciones con sus jerarquías y sistemas de reglas y funciones, las organizaciones de maestros, las entidades gubernamentales estatales y federales, entre otros. Todos estos constituyen las herramientas del oficio y las circunstancias que facilitarán o impedirán las iniciativas de enseñanza (Shulman, 2005).

La literatura educativa especializada es la tercera fuente pues se dedica a la comprensión de los procesos de escolarización, enseñanza y aprendizaje. Descubrir, explicar y codificar principios generales de enseñanza simplifica la actividad docente. Los estudios sobre la enseñanza presentan la forma en que los maestros se enfrentan a la realidad de las escuelas como el lugar en que los estudiantes trabajan y aprenden en conjunto. En contraste, con los estudios sobre el aprendizaje y el desarrollo, los cuales generan principios de pensamiento o comportamiento individuales (Shulman, 2005).

Por último, está la sabiduría adquirida con la práctica. Según Shulman (2005, p.15) “una de las tareas más importantes para la investigación educativa consiste en

trabajar junto con los educadores para desarrollar representaciones codificadas de la sabiduría didáctica práctica de los profesores competentes”.

La enseñanza inicia con un acto de razón, sigue con un proceso de razonamiento y termina con la acción de impartir, sonsacar y hacer participar, y después es objeto de reflexiones hasta que se reinicia el proceso. Por lo tanto, la docencia es un acto de comprensión y razonamiento, de transformación y reflexión. El objetivo de la formación docente, según Fenstermacher (citado en Shulman, 2005, p.17) es educar a los profesores para que razonen sobre lo que enseñan y para que desempeñen su labor idóneamente. Para esto, se necesita reflexionar sobre lo que se está haciendo y aprender a utilizar el conocimiento base para fundamentar las decisiones e iniciativas.

El razonamiento y la acción pedagógicos suponen la existencia de un ciclo a través de las actividades de comprensión, transformación, enseñanza, evaluación y reflexión. El ciclo comienza y termina con la comprensión, por lo que el maestro debe comprender críticamente el conjunto de ideas que va a enseñar. Es necesario que entienda la relación entre las ideas de una materia y con ideas de otras materias. Además, es fundamental la comprensión de los objetivos educativos para alcanzar las metas que trascienden los límites de la comprensión de un texto o material hacia la igualdad de oportunidades y la equidad entre los estudiantes de distintos medios sociales y culturas. La clave para distinguir el conocimiento base para la enseñanza está en la intersección de la materia y la didáctica, en la capacidad de un maestro para transformar su conocimiento de la materia en formas que sean impactantes y adaptables a la diversidad de habilidades y estilos de los estudiantes (Shulman, 2005).

Las ideas comprendidas son transformadas para ser enseñadas. Este proceso requiere preparación del material, el cual debe ser “apropiado para ser enseñado”. Para esto es importante la detección y corrección de errores por acción u omisión, y estructurar y segmentar el material de forma que se adapte a la mejor comprensión del maestro y a la mejor opción para su enseñanza. La representación involucra el análisis detenido de las ideas centrales contenidas en la lección y la identificación de las alternativas para presentarlas a los estudiantes (Shulman, 2005).

La concretización de las representaciones en formas o métodos de enseñanza conlleva un proceso de selección. El maestro recurre a un repertorio estrategias de enseñanza que no sólo incluye las alternativas más convencionales o tradicionales como las clases expositivas, demostraciones, repeticiones o trabajo individual, sino que integra distintas formas de aprendizaje cooperativo, diálogo socrático, aprendizaje por descubrimiento, proyectos, entre otros. Luego, se presenta la adaptación que es el proceso en el que se ajusta y diferencia el material presentado de acuerdo con las características de los estudiantes. Este ajuste no necesariamente implica individualización, sino que responde a las necesidades e intereses particulares de pequeños grupos (Shulman, 2005).

Todo este proceso se plasma en la planificación de actividades para la enseñanza que se convierten en el desempeño observable. En esta etapa se realizan las presentaciones, interacciones y tareas de los estudiantes, y se puede ver afectada por la falta de comprensión de la destreza o tema que se está enseñando en el momento. La evaluación no sólo es para calificar o medir el progreso de un estudiante, sino que también se orienta hacia la labor docente, las lecciones y los materiales utilizados en las

actividades. Con la cual se pretende la reflexión o análisis retrospectivo del proceso de enseñanza y aprendizaje. Es mediante la reflexión que se aprende de la experiencia y llega la nueva comprensión que se produce mediante estrategias de documentación, análisis y debate (Shulman, 2005).

La tabla a continuación presenta una síntesis del modelo de razonamiento y acción pedagógicos.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Comprensión</b><br/>De objetivos, estructuras de la materia, ideas dentro y fuera de la disciplina.</p> <p><b>Transformación</b><br/> <i>Preparación:</i> interpretación y análisis crítico de textos, estructuración y segmentación, creación de un repertorio curricular y clarificación de los objetivos.<br/> <i>Representación:</i> uso a partir de un repertorio de representaciones que incluye analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, explicaciones, etc.<br/> <i>Selección:</i> escoger a partir de un repertorio didáctico que incluye modalidades de enseñanza, organización, manejo y ordenamiento.<br/> <i>Adaptación y ajuste a las características de los alumnos:</i> considerar los conceptos, preconceptos, conceptos erróneos y dificultades, idioma, cultura y motivaciones, clase social, género, edad, capacidad, aptitud, intereses, conceptos de sí mismo y atención.</p> <p><b>Enseñanza</b><br/>Manejo, presentaciones, interacciones, trabajo grupal, disciplina, humor, formulación de preguntas, y otros aspectos de la enseñanza activa, la instrucción por descubrimiento o indagación, además de las formas observables de enseñanza en la sala de clases.</p> <p><b>Evaluación</b><br/>Verificar la comprensión de los alumnos durante la enseñanza interactiva. Evaluar la comprensión de los alumnos al finalizar las lecciones o unidades. Evaluar nuestro propio desempeño y adaptarse a las experiencias.</p> <p><b>Reflexión</b><br/>Revisar, reconstruir, representar y analizar críticamente nuestro desempeño y el de la clase, y fundamentar las explicaciones en evidencias.<br/> Nuevas maneras de comprender<br/> Nueva comprensión de los objetivos, de la materia, de los alumnos, de la enseñanza y de sí mismo.<br/> Consolidación de nuevas maneras de comprender y aprender de la experiencia.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Figura IV: Modelo de razonamiento y acción pedagógicos (Shulman, 2005, p. 20)*

## **Definiciones de los términos del estudio**

De acuerdo con la pregunta de investigación para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas, se presentan las siguientes definiciones:

Problemas verbales de matemática: es un ejercicio de práctica o situación verbalizada relacionado a los *Estándares y Expectativas del Programa de Matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico* (2014) de nivel intermedio. El mismo requiere de pensamiento crítico, planificación y uso de conocimiento previo para resolverlo.

Solución de problemas verbales: proceso lógico y de pensamiento crítico que ha sido descrito en las teorías del marco teórico, para encontrar la respuesta al problema.

Método heurístico: es la realización de las cuatro fases propuestas por Pólya (1989) para la solución de problemas, en las que se identifica la incógnita, planifica una estrategia, ejecuta el plan y verifica su respuesta.

Método algorítmico: proceso mecánico para la solución de un problema, en el cual no se requiere la planificación de una estrategia pues el proceso involucra la repetición unos pasos establecidos.

## **Capítulo II. Revisión de literatura**

En este capítulo de la propuesta de investigación para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas, se presentan y analizan investigaciones realizadas sobre los siguientes asuntos: solución de problemas verbales de matemática, método heurístico de Pólya, método de solución de problemas de Schoenfeld, la teoría antropológica de lo didáctico de Chevallard, la teoría del conocimiento pedagógico del contenido (PCK) de Shulman, el método algorítmico y la confianza, seguridad y esfuerzo del docente.

### **Solución de problemas verbales**

La enseñanza a través de la solución de problemas es enseñar contenidos de matemática mediante la resolución de una situación (Alfaro y Barrantes, 2008). Es decir, que el docente presenta un problema a sus estudiantes y en el proceso de solucionar el mismo, estos adquieren las destrezas y los conceptos necesarios para hallar la respuesta. Según, Alonso, Gorina y Santiesteban (2012), para que una situación matemática represente un problema debe tener una dificultad intelectual y no meramente operacional. La solución de problemas está en el corazón de los hábitos matemáticos de la mente, los cuales incluyen la exploración de ideas matemáticas, la formulación de preguntas, construcción de ejemplos, entre otros (Jacobbe y Millman, 2010).

Para Hernández y Villafañe (2009), el proceso de solución de problemas debe constituir un fundamento importante en la enseñanza de las matemáticas. De acuerdo con Peña-Sureda, Colón-Ortíz y Ramos-Rullán (2021), los maestros reconocen la necesidad de priorizar la solución de problemas y enfatizar sus aplicaciones en la vida diaria. Según Prado Durán (2018), la falta de procesos de razonamiento en la solución de problemas es una problemática internacional. De acuerdo con el *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM 2000, p.52, citado en Corral, Carleos, Blanco, García y Ramos, 2014):

“La resolución de problemas implica comprometerse con una tarea en la que el método de resolución de la misma no es conocido de antemano. Con el fin de encontrar una solución, los estudiantes deben indagar en su conocimiento y, a través de este proceso, desarrollarán con frecuencia nuevo conocimiento matemático”.

Sin embargo, según Cai y Lester (2010) saber cómo incorporar la solución de problemas significativamente al currículo de matemáticas no es necesariamente obvio para los maestros de esta materia. De acuerdo con Del Valle y Curotto (2008, p.464) “la aparición del enfoque de resolución de problemas como preocupación didáctica surge como consecuencia de considerar el aprendizaje como una construcción social que incluye conjeturas, pruebas y refutaciones con base en un proceso creativo y generativo”.

Gaulin (2001, p. 51) establece que la solución de problemas sigue siendo un tema actual y de gran importancia en la educación matemática. Un problema es una situación matemática en la que es necesario reflexionar, buscar, investigar y pensar mucho para poder responder, excluyendo de esta forma los ejercicios. En la solución de problemas los estudiantes trabajan mucho y no es suficiente la aplicación de algoritmos o fórmulas.

Además, deben pensar y establecer una estrategia, y necesitan tiempo para trabajar pues no existe una respuesta automática y rápida cuando hay un problema (Gaulin, 2001).

Según Gaulin (2001, p. 58), existen tres perspectivas importantes y que se pueden distinguir y apreciar en la enseñanza de la resolución de problemas: (1) enseñar “para” la resolución de problemas, (2) enseñar “sobre” la resolución de problemas y (3) enseñar “a través” de la resolución de problemas. En las primeras dos, se considera la solución de problemas como un objetivo, y en la última como un medio para enseñar o desarrollar otras destrezas. Gaulin (2001, p.58) establece que la falta de coherencia en éstas es el principal motivo para la dificultad en la implementación de la resolución de problemas. Además, menciona otros factores como la falta de visión sistémica, el énfasis exagerado en un aspecto particular de la solución de problemas, la tendencia a tratar la resolución de problemas como un contenido a enseñar, la dificultad de integrar la resolución de problemas, la creencia que los problemas deben venir después de la teoría, el desconocimiento de la evaluación del proceso, y la falta de formación de los docentes y de recursos adecuados.

En el estudio realizado por Alfaro y Barrantes (2008), se encuentra una coincidencia entre el pensar de estudiantes y profesores de matemática con respecto a que el problema matemático debe tener una sola respuesta y que el mismo debe resolverse en un máximo de quince minutos. Los profesores participantes en este estudio proponen que un problema es un ejercicio contextualizado en el que el estudiante aplica un procedimiento o concepto de matemática que ha aprendido de antemano. Adicional a esto, los profesores entienden que un problema es una situación que tiene como fin que el estudiante aprenda por descubrimiento. Esta última aseveración alude a la resolución de

problemas matemáticos como una estrategia de enseñanza. Sin embargo, al analizar la coincidencia entre profesores y estudiantes del tiempo máximo que se debe emplear en la solución de un problema, nos lleva a pensar que ambas partes están pensando en ejercicios que se realizan utilizando algoritmos y que no requieren de gran pensamiento crítico, como tampoco de una estrategia o plan para la resolución.

Según Juidías y Rodríguez (2007, p. 261), un problema demanda más que la aplicación de algoritmos y/o fórmulas de manera rutinaria. En este proceso el individuo se expone al conflicto de la falta de una respuesta inmediata, por lo que requiere del uso estratégico de procedimientos y conceptos que ha aprendido con anterioridad. El individuo se involucra en la solución del problema, siendo expuesto a un alto nivel cognitivo. Es por esta razón que existen distintos métodos para la enseñanza de la solución de problemas propuestos por matemáticos como Pólya en 1984.

De acuerdo con Pérez y Ramírez (2011), la solución de problemas es una estrategia de fácil transferencia para la vida, pues permite al estudiante resolver situaciones y problemas cotidianos y pertinentes. Además, establecen que el maestro tiene en sus manos la tarea de avivar la curiosidad en los alumnos mediante la presentación de problemas verbales de matemática. La exposición de estos problemas debe centrarse en situaciones variadas, las cuales se estimulen al estudiante a reflexionar y que a la vez le brinden las herramientas necesarias para que mediante el descubrimiento determine las soluciones. Para Cai y Lester (2010), cuando los investigadores utilizan el término solución de problemas, éstos se refieren a las tareas matemáticas que tienen el potencial de proveer retos intelectuales que mejoran el desarrollo matemático de los estudiantes.

Es por esto por lo que Akgun (2014) recomienda a los docentes que participen de actividades orientadas a estrategias de solución de problemas, para que aprendan a utilizar, y por ende a enseñar, el aprendizaje por error, la simulación, la búsqueda de patrones y el uso de distintas estrategias para hallar la solución de un problema. De esta forma los estudiantes son más efectivos en la solución de problemas y su confianza en sus capacidades matemáticas aumenta.

### **Método heurístico de Pólya**

De acuerdo con Campi Mayorga, Campi Mayorga y De Lucas Coloma (2015), desde el punto de vista etimológico la heurística es el estudio del proceso de descubrir e inventar algo, mediante la reflexión y no del azar. A través de los años se han desarrollado varios métodos para la solución de problemas, la mayoría de estos basados en los pasos propuestos por el matemático húngaro George Pólya en 1984. Estas nuevas versiones son creadas por matemáticos como Dunlap y McKnight (1980); Gagné (1983); Montague (1988); Schoenfeld (1979); Uprichard, Phillips y Soriano (1984), Mayer (1991); Garofalo y Lester (1985); Glass y Lester (1985); Bradsford y Stein (1984), Juidías y Rodríguez, (2007). Todas ellas sin alejarse mucho de la versión de los cuatro pasos de Pólya: comprender el problema, concebir un plan, ejecutar el plan y verificar la respuesta obtenida.

A continuación, se presenta la tabla de comparación del método heurístico de Pólya y las nuevas versiones publicada en el artículo “*Dificultades de aprendizaje e*

*intervención psicopedagógica en la resolución de problemas” de Juidías y Rodríguez*  
(2007, p.3).

TABLA 1. Modelos de resolución de problemas matemáticos

|                                     | 1ra fase                                                                                                                                                             | 2da fase                                                                                                                                                                                               | 3era fase                                                                                                                                                                                                                                                      | 4ta fase                        |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Pólya (1945)                        | Comprensión del problema                                                                                                                                             | Planificación                                                                                                                                                                                          | Ejecución del plan                                                                                                                                                                                                                                             | Supervisión                     |
| Dunlap y McKnight (1980)            | -Precepción de símbolos escritos<br>-Decodificación de símbolos escritos<br>-Formulación del significado general de las oraciones<br>-Traducción del mensaje general | -Determinación de lo que hay que buscar<br>-Examen de los datos relevantes<br>-Análisis de las relaciones entre los datos<br>-Elección de las operaciones matemáticas<br>-Estimación de las respuestas | -Formulación de los datos mediante la notación matemática<br>-Ejecución de los cálculos matemáticos<br>-Decodificación de los resultados para que tengan sentido técnico<br>-Formulación de los resultados técnicos como respuestas a las cuestiones iniciales | -Verificación de las respuestas |
| Gagné (1983)                        | Traducción verbal de las situaciones descritas al lenguaje matemático                                                                                                |                                                                                                                                                                                                        | Fase central de cálculo                                                                                                                                                                                                                                        | Validación de la solución       |
| Montague (1988)                     | -Lectura del problema<br>-Paráfrasis<br>-Visualización<br>-Enunciado del problema                                                                                    | -Hipótesis<br>-Estimación                                                                                                                                                                              | -Cálculo                                                                                                                                                                                                                                                       | -Verificación                   |
| Schoenfeld (1979)                   | -Análisis<br>-Exploración                                                                                                                                            | -Diseño                                                                                                                                                                                                | -Implementación                                                                                                                                                                                                                                                | -Verificación                   |
| Uprichard, Philips & Soriano (1984) | -Lectura<br>-Análisis                                                                                                                                                | -Estimación<br>-Traducción                                                                                                                                                                             | -Cálculo                                                                                                                                                                                                                                                       | -Verificación                   |
| Mayer (1991)                        | -Representación<br>-Traducción<br>-Integración                                                                                                                       | -Planificación                                                                                                                                                                                         | -Monitorización<br>-Ejecución                                                                                                                                                                                                                                  | -Verificación                   |
| Garofalo y Lester (1985)            | -Orientación                                                                                                                                                         | -Organización                                                                                                                                                                                          | -Ejecución                                                                                                                                                                                                                                                     | -Verificación                   |
| Glass y Holyak (1986)               | -Comprensión o representación del problema                                                                                                                           | --Planificación                                                                                                                                                                                        | -Ejecución del plan                                                                                                                                                                                                                                            | -Evaluación de los resultados   |
| Brandsford y Stein (1984)           | -Identificación<br>-Definición                                                                                                                                       | -Exploración                                                                                                                                                                                           | -Actuación                                                                                                                                                                                                                                                     | -Observación<br>-Aprendizaje    |

De acuerdo con Pérez y Ramírez (2011), los métodos heurísticos específicos sostienen que la destreza de una persona para solucionar un problema se relaciona con el conocimiento que ésta posea del área en la cual se le está cuestionando. El individuo puede valerse de distintas técnicas heurísticas para entender mejor un problema, tales como: diagramas, dibujos, tablas y otras. Para Calucag (2016), el método se relaciona con un proceso de descubrimiento controlado en el que el aprendizaje sucede cuando el estudiante reacciona y actúa desarrollando un plan. Según Alfaro (2006), “el estudio de la heurística busca tener puntos comunes en cualquier tipo de problemas”. Para esto se requiere la obtención de las características generales, estrategias de solución, las cuales son independientes al problema.

En su libro “*Teach Like Your Hair’s On Fire*” (2007), Rafe Esquith menciona que el propósito principal de enseñar la solución de problemas debe ser el desarrollo del proceso de pensamiento y análisis. Esquith (2007) sugiere los cuatro pasos establecidos por Pólya como una guía o mapa del proceso de solución de problemas, pues muestra cómo entender, atacar y resolver el problema.

### **Método de solución de problemas de Schoenfeld**

De acuerdo con Pérez y Beltrán (2009), la labor realizada por Schoenfeld es de suma importancia para la implantación de actividades relacionadas con la solución de problemas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Para los autores, la aportación más significativa de Schoenfeld es que mediante el reconocimiento de las ideas de Pólya, desarrolla y considera cuatro dimensiones que influyen en el proceso de

la solución de problemas (Pérez y Beltrán, 2009). El pensamiento matemático, según Schoenfeld (citado en Díaz y Díaz, 2016) es investigar soluciones, no memorizar procesos o fórmulas, exploración de patrones, establecer conjeturas y no hacer ejercicios.

Según Alfaro y Chavarría (s.f.), Schoenfeld considera insuficientes las estrategias heurísticas de Pólya para la solución de problemas, ya que entiende que es un proceso más complejo y con más elementos. Establece cuatro aspectos que intervienen directamente en el proceso de la solución de problemas: los recursos o conocimientos previos, las heurísticas o estrategias cognitivas, el control o estrategias metacognitivas y el sistema de creencias o percepciones que se poseen sobre la matemática y su enseñanza.

De acuerdo con los autores, Schoenfeld documenta una serie de creencias. La primera es que las matemáticas son abstractas, no se relacionen con el mundo real o la vida cotidiana, y que los conceptos no pueden ser aplicados en la solución de problemas. La segunda es que los problemas matemáticos deben ser resueltos en un tiempo menor o igual a diez minutos, si esto no sucede pues no existe solución. Y la última creencia es que los únicos capaces de descubrir o crear matemática son los genios o los superdotados (Alfaro y Chavarría, s.f.)

Estas creencias han influido en la forma en la que los estudiantes enfrentan la solución de problemas. Además, existen las creencias del maestro, que también son de suma importancia, ya que si son las correctas posee las herramientas necesarias para guiar a los estudiantes en el proceso de solución de problemas. Por último, están las creencias de la sociedad sobre lo que se puede aprender, qué se debe aprender y cómo se debe enseñar las matemáticas (Barrantes, 2006).

## Teoría antropológica de la didáctica de Chevallard

La enseñanza de las matemáticas a nivel secundario presenta problemas complejos e ineludibles, los cuales repercuten en muchas ocasiones en frustración de los estudiantes y del docente. Generalmente, el maestro explica y presenta el concepto como un algoritmo, lo que Chevallard ha denominado “monumentalización del saber”. En este proceso la participación del estudiante es mínima y se limita a reproducir lo que su maestro le ha enseñado. Por lo tanto, se requieren cambios en la forma de hacer matemáticas, una modificación en la metodología de enseñanza para dar paso a la pedagogía de la investigación y del cuestionamiento del mundo sugerida por Chevallard. Uno de los resultados más lamentables de la “monumentalización del saber es el convencimiento que se tiene sobre la inutilidad de las matemáticas escolares para resolver cualquier problema de la vida cotidiana, y, por ende, se olvida la mayor parte del contenido estudiado (Otero, Fanaro, Corica, Llanos, Sureda y Parra, 2013).

La teoría antropológica de la didáctica presenta un modelo de actividad matemática en términos de praxeologías y se pueden distinguir dos aspectos como elementos fundamentales: la *praxis* o “saber cómo” y los *logos* o “conocimiento” (Rodríguez, Bosch, Gascón, 2007). Además, muestra una estructura para el análisis de las tareas: tareas, técnica, tecnología y teoría. Las tareas pueden ser un ejercicio, un problema o una actividad propuesta por un profesor la cual debe responder al currículo que se está ofreciendo. La técnica es la forma de resolver una tarea, entiéndase saber-hacer, y pueden existir técnicas superiores a otras. La tecnología es un discurso racional sobre la técnica cuyo objetivo es la justificación de ésta para asegurar que la tarea puede

realizarse. Por último, la teoría se ubica en un nivel superior de justificación (Morales, 2013).

De acuerdo con Bosch y Gascón (2009), la TAD siempre ha estado relacionada con la formación inicial y continua de profesores pues estos trabajan activamente en investigaciones relacionadas con esta teoría y porque es un enfoque que estudia e investiga el proceso de creación y utilización del saber matemático y su incorporación en la escuela como saber enseñado.

Sin embargo, existe un principio según el cual el oficio de profesor no representa aún una verdadera profesión, sino que tiene rasgos de una semi-profesión como formación inicial muy breve y práctica, poco énfasis en la teoría, entre otras (Etzioni, 1969, citado por Ruiz-Olarría y Sierra, 2011). En este contexto social y desde la perspectiva de la Teoría Antropológica de la Didáctica (TAD), se establece que la profesión de maestro de matemáticas es una en construcción. Esto debido a que debe dotarse de recursos propios de naturaleza didáctico-matemática, que constituyan la infraestructura necesaria para enfrentarse a las dificultades, problemas y retos que surgen al ejercer y en la complejidad de ésta (Ruiz-Olarría y Sierra, 2011).

La TAD es uno de los primeros enfoques que considera como objeto de estudio e investigación todo el proceso desde la creación y uso del saber matemático hasta su transposición a las instituciones docentes. Es necesario ubicar el problema general de la formación de los maestros de educación secundaria en esta perspectiva, por lo que se utiliza la hipótesis de la TAD que establece que toda la actividad humana puede describirse en términos de praxeologías. Según Cirade (2006), existen al menos tres

praxeologías docentes que se relacionan directamente con la formación de los maestros de matemáticas: las praxeologías de matemáticas a enseñar (conocimientos matemáticos que se enseñan), las praxeologías matemáticas para la enseñanza (conocimientos matemáticos necesarios para enseñar), y las praxeologías didácticas (necesarias para concebir, gestionar, analizar y evaluar la manera de enseñar) (Ruiz-Olarría y Sierra, 2011).

Además, entre las praxeologías para la enseñanza de las matemáticas existen distintas organizaciones matemáticas, entiéndase tipos de tareas, técnicas y discursos tecnológico-teóricos, que son institucionalmente nuevos o ausentes de la enseñanza secundaria como de la universitaria en que los maestros han recibido su formación matemática previa. Las mismas, contienen el conjunto de saberes matemáticos que se tienen que enseñar, pero que no se pueden reducir a lo que aprenden los futuros maestros en su formación (Ruiz-Olarría y Sierra, 2011).

Por otra parte, la TAD puede ser considerada como un desarrollo del programa epistemológico de investigación en didáctica de las matemáticas iniciado por la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) (Gascón, 1998, 2003). Durante el desarrollo de este programa, se entendió que no era posible la interpretación adecuada de la actividad matemática escolar si no se tomaban en consideración los fenómenos relacionados con la reconstrucción escolar de las matemáticas, los cuales se originan en la propia institución productora del saber matemático. Por lo tanto, la actividad matemática institucionalizadas, entiéndase la ecología institucional de las organizaciones matemáticas y didácticas asociadas, se convirtió en el objeto primario de investigación

para la TAD y no los procesos cognitivos del alumno o del maestro (Trigueros, Bosch y Gascón, 2011).

### **Teoría del conocimiento pedagógico del contenido de Lee Shulman**

El concepto de Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) ha sido tema central en la investigación del saber y pensar de los docentes durante los últimos veinticinco años (Talanquer, 2014). Muchos debates se han enfocado en cuánta preparación necesita el maestro en el contenido de la materia en lugar de en qué tipo de contenido ellos necesitan aprender (Ball, Thames y Phelps, 2008). El conocimiento pedagógico del contenido es uno de los tres tipos de conocimientos propuestos por Lee Shulman en el marco del Conocimiento Profesional del Profesor (CPP) (Leal Castro, 2014). Los otros dos componentes son el conocimiento temático de la materia y el conocimiento curricular. En la década de los ochenta, Shulman planteó las primeras exploraciones sobre el *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), también conocido en la actualidad como el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) (Leal Castro, 2014).

Según Leal Castro (2014), el proceso de enseñanza del maestro comienza cuando éste comprende tanto el conocimiento del contenido de una materia específica como las distintas formas de enseñar ese conocimiento en el contexto escolar. Es evidente que no es posible enseñar algo sobre lo que no se sabe, por lo que la enseñanza de una disciplina requiere de un conjunto de conocimientos que la fundamentan. Es tan importante el contenido a enseñar como la organización en la estructura sustantiva y sintáctica (Schwab, citado por Shulman, 1986, p.9)

Según Marcelo (1999, citado por Leal Castro, 2014, p.101):

“la estructura sustantiva incluye los aspectos y conocimientos generales de la disciplina, así como su organización interna en lo relacionado con estructura, tendencias y, desde luego, cuerpo conceptual. Por su parte, la estructura sintáctica consiste en las formas de verificación o falsación del contenido que en el seno de una comunidad científica conlleva a la aceptación o rechazo de ciertas teorías (Grossman, 1990), determinando cuándo se acepta la existencia de un nuevo conocimiento”.

El conocimiento didáctico específico es la “selección y secuencia de contenidos, estrategias de enseñanza, evaluación de los aprendizajes y tareas, integración entre saber disciplinar y el bagaje de los estudiantes” (Broome, 1988, citado en Leal Castro, 2014, p. 101). Frecuentemente, los profesores piensan que el aprendizaje de los estudiantes es una cosa y la evaluación otra, sin embargo, el PCK sostiene que la evaluación es parte de la enseñanza porque es necesario medir lo que se le ha enseñado al estudiante (Etkina, 2013). El conocimiento contextual es importante pues el contenido puede ser enseñado de diversas maneras respondiendo a las condiciones de los estudiantes, escuelas y sus factores contextuales (Barnet y Hodson, 2001, citado en Leal Castro, 2014). El conocimiento pedagógico debe equipar al docente con herramientas que le permita comprender los objetivos generales y específicos, las estructuras de la materia, y las ideas dentro y fuera de la disciplina (Fonseca Castro, 2009).

El PCK o CDC se concibe como la integración de los conocimientos disciplinares, pedagógicos y contextuales, o sea, resulta de la superposición de estos tres conocimientos (Leal Castro, 2014). En otras palabras, el conocimiento pedagógico del contenido representa la intersección entre los conocimientos disciplinares y pedagógicos que permiten al docente una comprensión amplia de la organización, representación y

adaptación de distintos temas a los diversos intereses y capacidades de los estudiantes (Fonseca Castro, 2009).

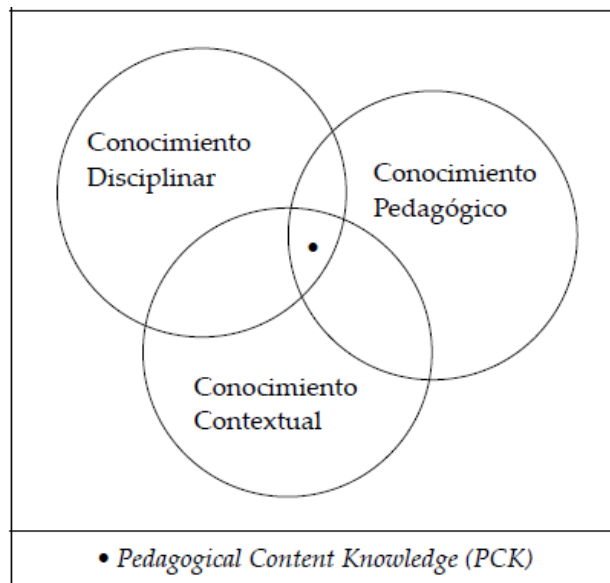


*Figura V. Enfoque aditivo o transformador del CDC. (Leal Castro, 2014, p.102)*

Sin embargo, existe un modelo distinto que organiza los conocimientos disciplinares, pedagógicos y contextuales alrededor del PCK como núcleo central.

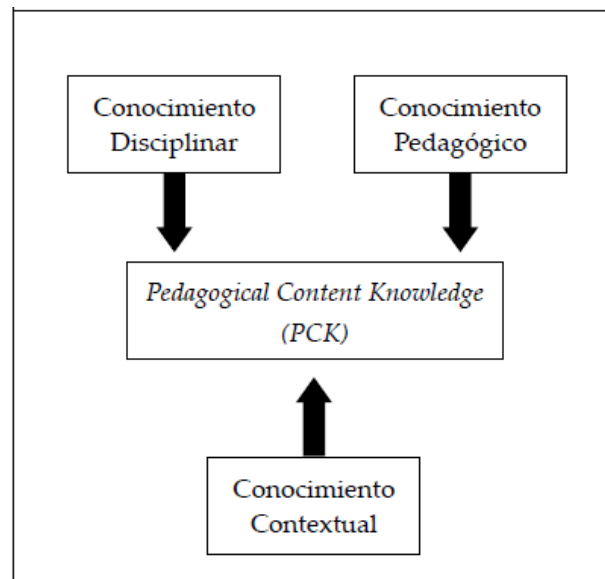


*Figura VI. Enfoque transformador del CDC. (Leal Castro, 2014, p.103)*

Según Fonseca Castro (2009), la formación inicial y permanente de los maestros de matemática carece de elementos y experiencias que integren los conocimientos matemáticos y pedagógicos. Por lo tanto, los contenidos y estrategias incluidos en su formación docente no responden a sus necesidades actuales ni a las de los estudiantes. Existen grandes diferencias entre los contenidos matemáticos para y en la enseñanza de las matemáticas, y los contenidos matemáticos para y en otras disciplinas. Ambos contenidos tienen un conocimiento común que son utilizados dentro y fuera de la enseñanza de las matemáticas. El conocimiento especializado de los contenidos matemáticos es propio de la enseñanza de esta disciplina. Por ejemplo, identificar los razonamientos matemáticos en las respuestas de los estudiantes, extender y formalizar conocimientos intuitivos de los mismos, y seleccionar un ejercicio matemático para enseñar un tema en específico (Fonseca Castro, 2009).

Los maestros deben ser capaces no sólo de hacer matemática, si no de saber y comprender los significados y justificaciones detrás de los conceptos y procedimientos realizados en este hacer. Generalmente, los estudiantes experimentan las matemáticas como un conjunto de pasos dados que sirven para resolver problemas que tienen una sola solución. Sin embargo, en la búsqueda de la solución de un problema o situación matemática el proceso, entiéndase la discusión generada, la justificación y el razonamiento, son tan o más importantes como la respuesta o solución. Además, es necesario mostrar la importancia y el papel de las matemáticas en la cultura y la sociedad (Fonseca Castro, 2009).

Según Ball, Thames y Phelps (2008), parece obvio que los maestros deben conocer los temas y los procedimientos que enseñan en clase, por lo que el estudio

realizado por ellos se enfoca en cómo los maestros necesitan conocer ese contenido, qué más necesitan conocer sobre las matemáticas, y cómo y cuándo usan ese conocimiento matemático en la práctica (p. 395). En su trabajo, Ball, Thames y Phelps (2008) estudiaron el trabajo del docente y la forma en que las matemáticas se involucran diariamente con la rutina cotidiana y las demandas del proceso de enseñanza-aprendizaje. El maestro debe conocer lo que los estudiantes encuentran interesante y motivador, y anticipar si las tareas asignadas son fáciles o difíciles para ellos. Además, deben ser capaces de escuchar e interpretar el pensamiento emergente e incompleto de los estudiantes (Ball, Thames y Phelps, 2008).

### **Método algorítmico**

Según De la Fuente Morales (2016, p. 233), el problema de la matemática a través de la historia ha sido crear un algoritmo que permita resolver cualquier problema matemático. De acuerdo con Juidías y Rodríguez (2007, p. 261), el método algorítmico se utiliza en la solución de ejercicios de aplicación. Estos ejercicios pueden resolverse mediante la aplicación directa de un procedimiento previamente aprendido, por lo que la demanda de cognitiva es de un nivel bajo. Además, la aplicación rutinaria del algoritmo no requiere de ningún interés especial del individuo que realiza la tarea, pues la información necesaria para la solución aparece en el enunciado. La solución de este tipo de ejercicios se basa en la aplicación de técnicas automatizadas, las cuales son necesarias y suficientes para determinar la respuesta. Por lo tanto, se apuesta a que la repetición de ejercicios conduce a la comprensión (Muñoz León, 2015).

Para Juidías y Rodríguez (2007):

“el énfasis que se le ha dado tanto en el salón como en los libros de textos, a los ejercicios de aplicación para la ejercitación y la valoración de los conocimientos y destrezas matemáticos puede haber contribuido a la desvalorización de las matemáticas como disciplina de probada utilidad, a la desmotivación de los alumnos e, incluso, al fracaso de una buena parte de éstos.” (pp. 262).

Según Martínez y Rosquete (2009), un algoritmo consiste en una secuencia finita de instrucciones para resolver un tipo específico de problema. Por lo tanto, podemos decir que el método algorítmico es similar al proceso de comprar un mueble el cual requiere ensamblaje. Una vez sacamos todas las piezas del empaque, sólo debemos seguir paso a paso las instrucciones del folleto incluido para así lograr armar el mueble exitosamente.

Según Lucas Ledesma y Alonso Secades (2013), la resolución de problemas aritméticos es uno de los contenidos transversales de las matemáticas. Para Pérez y Ramírez (2011) la enseñanza de la solución de problemas matemáticos en el nivel primario de la educación es rutinaria, pues se centra en la asignación de ejercicios, los cuales se resuelven de forma mecánica. Es decir, se ha denominado incorrectamente con el término “problema” a ejercicios que no aportan al desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico en los alumnos, fomentando en ellos el uso del método algorítmico. Las autoras antes mencionadas, establecen que los algoritmos son estrategias específicas que garantizan el alcance del objetivo que es la solución del problema.

Marino y Rodríguez (2009, p. 161), coinciden con los autores anteriores pues describen que la resolución de un ejercicio rutinario requiere la aplicación directa de un método o procedimiento que permite obtener la solución de forma inmediata,

convirtiendo de esta forma la resolución de problemas y la resolución de ejercicios en polos opuestos.

De acuerdo con Trigo (s.f.), todo buen algoritmo debe tener unas características básicas. Entre ellas se encuentran que (1) no puede ser ambiguo ni en las operaciones a realizar ni en su orden, (2) cada vez que se repita, en las mismas condiciones, el resultado debe ser idéntico y (3) debe terminar en un número finito de pasos.

### **Confianza, seguridad y esfuerzo del docente**

La confianza, seguridad y esfuerzo del docente cuando se enfrenta a la enseñanza de las matemáticas son factores que se afectan por las creencias que éstos tienen sobre la materia. Estas creencias inciden grandemente en la práctica del maestro en la sala de clases y condicionan su desarrollo profesional (Hernández y Villafañe, 2009 y Contreras, 2001). Además, se entiende que la práctica docente se afecta por los factores contextuales como el entorno social, las creencias y expectativas del proceso educativo y la filosofía educativa del sistema (Hernández y Villafañe, 2009). También podemos incluir la visión, la experiencia, los conocimientos y las concepciones sobre la matemática como elementos que condicionan las estrategias de enseñanza (Muñoz León, 2015)

En el artículo “*Creencias de los candidatos a maestros sobre la solución de problemas matemáticos*” (2009), Hernández y Villafañe recomiendan que los estudiantes de educación en instituciones de educación superior deben ser expuestos con mayor frecuencia a la solución de problemas matemáticos para que desarrollen las destrezas necesarias y posteriormente puedan enseñárselas a sus alumnos apropiadamente. Para

Akgun (2014), las destrezas de solución de problemas, en estudiantes de educación como en docentes en servicio, son necesarias no sólo por sí mismas, si no por que fomentan la motivación y la creatividad. Además, se entiende que el docente, en muchas ocasiones, se limita a enseñar un contenido dejándose llevar de la presentación del mismo en un libro de texto, lo cual en su mayoría representa el resultado de sus vivencias como estudiante (Báez, Cantú y Gómez, 2007).

De acuerdo con Báez, Cantú y Gómez (2007, p. 3), el maestro en formación y durante su experiencia docente, desarrolla ideas de cómo enseñar el contenido y la solución de problemas matemáticos. Las creencias de los maestros se originan durante sus años de estudiante, se moldean en sus primeras prácticas docentes y se fortalecen con la experiencia. Según Clemens (1991, citado por Jacobbe y Millman, 2010, p. 299), para que los maestros sean exitosos deben crear un ambiente que promueva el pensamiento matemático.

La enseñanza de las matemáticas requiere que el maestro se enfrente y se esfuerce ante los siguientes retos: (1) desarrollo del sentimiento de autodisciplina en el estudiante, (2) mostrar la matemática como disciplina necesaria para la vida, y (3) la preparación del estudiante para el trabajo en equipo. Además, el maestro debe: (1) dominar las matemáticas a la perfección, ser un experto en el contenido y estar actualizado en el conocimiento de la disciplina, (2) contar con la capacidad para enseñar las matemáticas, conocer los medios para que el alumno desarrolle conceptos, procedimientos, estrategias y habilidades, y (3) tener la capacidad para propiciar en sus estudiantes el aprendizaje significativo, como también la solución de problemas en contextos auténticos (Báez, Cantú y Gómez, 2007, p. 10).

Según Gaulin (2001, p. 53), la gente está de acuerdo en que la solución de problemas es una buena actividad desde la perspectiva teórica, pero aún falta para que se implemente eficientemente. El maestro que no ha sido formado para resolver problemas tiene dificultades con la enseñanza de esta destreza y no basta con ordenarle cambiar su método de instrucción (Gaulin, 2001, p. 56). En su conferencia “*Tendencias actuales de la resolución de problemas*” (2001, p. 56), el autor menciona la encuesta internacional TIMSS, la tercera encuesta internacional sobre rendimiento escolar en Matemáticas y Ciencias, y hace referencia a una de las conclusiones presentadas:

“La mayoría de los profesores de la mayoría de los países, dicen que no se sienten capacitados en la resolución de problemas y que no están cómodos con ese tema”.

Es por esta razón que Onyinyechi (2013, p. 46), recomienda en su estudio que los maestros de matemáticas y ciencias de nivel secundario deben ser entrenados mediante seminarios intensivos y talleres sobre el uso del modelo de solución de problemas de Pólya para la enseñanza y aprendizaje de matemáticas.

### **Capítulo III. Método**

En este capítulo del estudio para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas, se presenta el diseño, la muestra, los instrumentos, el procedimiento y el método para el análisis de la información recopilada durante el proceso de investigación.

#### **Diseño de la investigación**

La investigación utilizó como instrumento un cuestionario a través de *Microsoft Forms* a maestros de matemáticas de nivel intermedio, con premisas sobre el proceso de enseñanza en clase, cuán seguros y confiados se sienten con la enseñanza de solución de problemas verbales, con cuánta frecuencia utilizan esta estrategia en clase, entre otras. El propósito del instrumento era identificar los factores que inducen al maestro de nivel intermedio a preferir el método algorítmico en lugar del método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas.

Como aportación de la investigadora a los maestros que generosamente accedieron a responder el cuestionario, luego de responder, los participantes tuvieron acceso a descargar la “*Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico*”, la cual puede ampliar su conocimiento y estrategias para la aplicación del método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales.

Esta investigación es cuantitativa con diseño no experimental pues según Hernández, Fernández y Baptista (2006, p. 205), el objetivo es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos. En este tipo de investigación no se manipulan intencionalmente las variables y no hay condiciones o estímulos planificados que se administren a los participantes del estudio. La muestra fue por conveniencia, ya que puedo participar cualquier persona del grupo población que voluntariamente accedió al cuestionario. Se realizaron anuncios en distintas plataformas de comunicación de grupos educativos, asociaciones y federaciones de maestros, propuestas educativas y escuelas privadas, con los cuales la investigadora no mantiene una relación profesional ni de amistad, para fomentar una amplia participación en la investigación.

Los diseños no experimentales pueden dividirse en dos tipos: transversal y longitudinal. De acuerdo con las características de este estudio, podemos clasificarlo de tipo transversal pues el propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 208). Además, podemos subclasificarlo como correlacional-causal pues las causas y los efectos ya ocurrieron en la realidad o están ocurriendo durante el desarrollo del estudio, y el investigador los observa y reporta (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 213).

### **Participantes de la investigación**

La población de la investigación fueron maestros de matemática de nivel intermedio (sexto a octavo grado) activos en alguna escuela de Puerto Rico. Actualmente

hay cerca de 1,300 maestros de matemáticas en la isla. La participación en este estudio fue libre y voluntaria, y se podían retirar en cualquier momento durante el proceso. Además, era importante que los participantes tuvieran acceso y conocimiento tecnológico para responder en línea el cuestionario de la investigación.

Se realizó una invitación a los maestros de matemáticas con las descripciones ya establecidas mediante un anuncio compartido en distintas plataformas de comunicación de grupos educativos, asociaciones y federaciones de maestros, propuestas educativas y escuelas privadas, con los cuales la investigadora no mantiene una relación profesional ni de amistad. El anuncio tenía un enlace directo a un formulario en *Microsoft Forms*, en el cual el docente interesado podía leer una breve descripción de la investigación y el consentimiento de participación. El docente debía certificar que había leído detenidamente el consentimiento antes de continuar con la próxima sección del formulario o el cuestionario “*Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas*”. El tiempo aproximado de participación era una hora.

Es importante aclarar que los maestros no recibieron ningún tipo de compensación económica o de alguna otra índole por su participación en la investigación y que se podían retirar en cualquier momento durante el proceso. Una vez culminado el cuestionario, los participantes tuvieron acceso a la “*Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico*”, que es un documento redactado por la investigadora y validado por un panel de expertos en Matemáticas y en Currículo y Enseñanza, que puede ampliar el conocimiento y estrategias para la aplicación del método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales.

## Instrumento de investigación

En la investigación se utilizó el cuestionario “*Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas*” como instrumento. Este cuestionario, creado por la investigadora, tiene como propósito que los participantes respondieran a premisas sobre lo que conocen y su práctica en la sala de clases. Las preguntas eran sobre cuán confiados y seguros se sienten los docentes al resolver problemas verbales matemáticos, cómo esta confianza y seguridad influyen al momento de enseñarle esta destreza a sus estudiantes, con cuánta frecuencia utilizan esta estrategia de enseñanza, entre otras.

El cuestionario constaba de una batería de preguntas cerradas pues contiene opciones de respuestas que han sido previamente delimitadas por la investigadora (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 310). Los participantes del estudio reaccionaron a las preguntas seleccionando una de las cinco alternativas presentadas mediante una escala Likert. A cada alternativa se le asignó un valor numérico del 1 al 5 de la siguiente forma: 1 para “totalmente en desacuerdo”, 2 para “en desacuerdo”, 3 para “ni en acuerdo, ni en desacuerdo”, 4 para “en acuerdo” y 5 para “totalmente de acuerdo”. El tiempo aproximado de participación era una hora. Todo documento se guardará en la nube por un periodo de hasta 3 años. Luego de este periodo de tiempo, los documentos serán eliminados.

Es importante que el instrumento muestre ser confiable y válido, es por esto que las premisas del cuestionario fueron validadas por un panel de expertos compuesto por un grupo de especialistas en la materia de Matemáticas y en Currículo y Enseñanza. El panel

de expertos está compuesto por los siguientes especialistas: Dr. Richard Mercado, Dra. Andrea Peña Sureda y Dr. Carlos Martínez. Para la validación se le proveyó una planilla con las premisas y se solicitó recomendaciones y sugerencias para que el instrumento sea confiable.

Al finalizar el cuestionario cada participante tuvo acceso a la *Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico*. Este documento redactado por la investigadora fue validado por un comité de especialistas compuesto por Dr. Richard Mercado, Dr. Carlos Martínez y la Dra. Ana Helvia Quintero.

### **Procedimiento para la recopilación de datos**

El proceso de investigación y de recopilación de los datos cuantitativos para identificar los factores que inducen al maestro de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas, se describe a continuación.

Antes de comenzar el proceso investigativo era necesario obtener la certificación del “*Collaborative Institutional Training Initiative*” o CITI Program. La investigadora y los miembros de su Comité de Disertación debían tener esta certificación vigente. Además, se realizó el proceso para la validación de las premisas del cuestionario por parte del panel de expertos.

Luego de haber completado la propuesta de investigación, se sometió al “*Institutional Review Board*” de la Universidad Interamericana de Puerto Rico para ser

aprobada. Al ser aprobada la propuesta, se presentó la propuesta ante la Junta de Decanos de la Institución para que se completara el proceso de aprobación. Cuando la propuesta estuvo debidamente aprobada por todos los organismos necesarios, se invitó a los maestros de matemáticas de nivel intermedio a participar de la investigación mediante un anuncio compartido en distintas plataformas de comunicación de grupos educativos, asociaciones y federaciones de maestros, propuestas educativas y escuelas privadas, con los cuales la investigadora no mantiene una relación profesional ni de amistad. El anuncio tenía un enlace directo a un formulario en *Microsoft Forms*, en el cual el docente interesado podía leer una breve descripción de la investigación y el consentimiento de participación. El docente debía certificar que había leído detenidamente el consentimiento antes de continuar con la próxima sección del formulario o el cuestionario “*Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas*”.

El consentimiento establecía que la participación de los docentes era voluntaria, anónima y confidencial, y que no recibirían compensación de ningún tipo. La investigación requería que los participantes tuvieran acceso y conocimiento tecnológico. Los participantes que desearan podían descargar el documento del consentimiento.

La privacidad del participante se protegió desde el proceso de invitación pues toda comunicación no requería datos personales ni estuvo identificada con algún código. El formulario en *Microsoft Forms* fue configurado para que pudiera ser completado por cualquier persona con acceso al enlace, sin registrar o guardar información personal o correo electrónico del individuo. Todo documento digital se guardará en la nube por un

periodo de hasta 3 años y luego del periodo de tiempo establecido, los documentos serán eliminados.

### **Método para analizar la información recopilada**

Luego de realizar el estudio formal, se analizaron los resultados de las respuestas al cuestionario “*Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas*”. El procesamiento y análisis de los datos se realizó utilizando *Microsoft Excel* y “*Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library*”, conocido por *Gretl*, en la versión 1.9.4 para *Windows*. El análisis de la información recopilada fue primeramente a través de estadística descriptiva de medidas de tendencia central. Una vez completada ésta, se procedió a un estudio correlacional entre las variables postuladas como factores contra la variable que mide el uso del método del maestro en la sala de clase. En este estudio correlacional realizado en *Gretl*, se utilizó el coeficiente 0.3 como punto de corte.

## **Capítulo IV. Resultados**

La investigación sobre los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas tiene como propósito entender las condiciones bajo las cuáles el docente está en capacidad de utilizar las estrategias planteadas para guiar su enseñanza hacia la solución de problemas y, basándose en los resultados, realizar recomendaciones para mejorar, de ser necesario, este proceso en sus salas de clases.

El objetivo de la investigación es determinar si los maestros de matemáticas de nivel intermedio prefieren el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases, y determinar los factores que pueden incidir en dicha preferencia. Los factores a determinar son: 1) si el conocimiento de los maestros de matemática de nivel intermedio sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para emplearlo en la sala de clases; 2) determinar si el dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas por parte de los maestros de matemática de nivel intermedio es un factor para emplear el método heurístico en la sala de clases; 3) determinar si la actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para emplearlo en la sala de clases; 4) por último, determinar si la posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y si su clase cumple con las expectativas

del sistema o de la escuela es un factor para el emplear el método heurístico en la sala de clases.

Los datos que se presentarán en este capítulo se obtuvieron mediante un cuestionario con premisas relacionadas a las preguntas de investigación. El cuestionario consta de una batería de preguntas cerradas que fueron contestadas seleccionando una de cinco alternativas que responden a una escala *Likert*. Las alternativas disponibles eran: (1) totalmente de acuerdo, (2) de acuerdo, (3) ni en acuerdo, ni en desacuerdo, (4) en desacuerdo y (5) totalmente en desacuerdo. Como parte de los procesos establecidos, se compartieron anuncios en distintas plataformas de comunicación de grupos educativos, asociaciones y federaciones de maestros con los cuales la investigadora tenía acuerdos de colaboración. En el anuncio se invitaba a los maestros de matemáticas de nivel intermedio a participar de la investigación completando el cuestionario en el enlace provisto de forma voluntaria, anónima y confidencial.

El cuestionario se realizó en la plataforma *Microsoft Forms* para recopilar los datos de forma digital y con los ajustes necesarios para velar por la privacidad de cada participante. Las personas que tuvieron acceso al cuestionario debían cumplir con los criterios establecidos para participar de la investigación. Estos criterios eran ser maestro o maestra de matemáticas, estar activo en una escuela en Puerto Rico y tener acceso y conocimiento tecnológico para colaborar en la investigación. Todos aquellos que cumplieran con estos requisitos debían completar el “Consentimiento del participante” para poder participar del cuestionario en línea.

Cada premisa del cuestionario está directamente relacionada a una de las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Prefieren los maestros de matemáticas de nivel intermedio el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases?
2. ¿El conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemática de nivel intermedio lo implementen en la sala de clases?
3. ¿El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases?
4. ¿La actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a la diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para su uso en la sala de clases?
5. ¿La posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases?

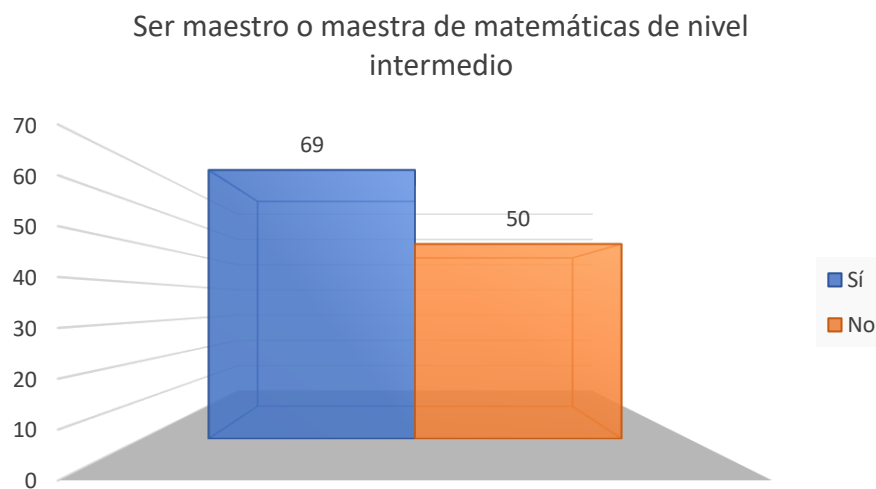
A continuación, se presenta el pareo entre las preguntas de investigación y las premisas del cuestionario.

TABLA 2. Pareo de las preguntas de investigación y las premisas del cuestionario

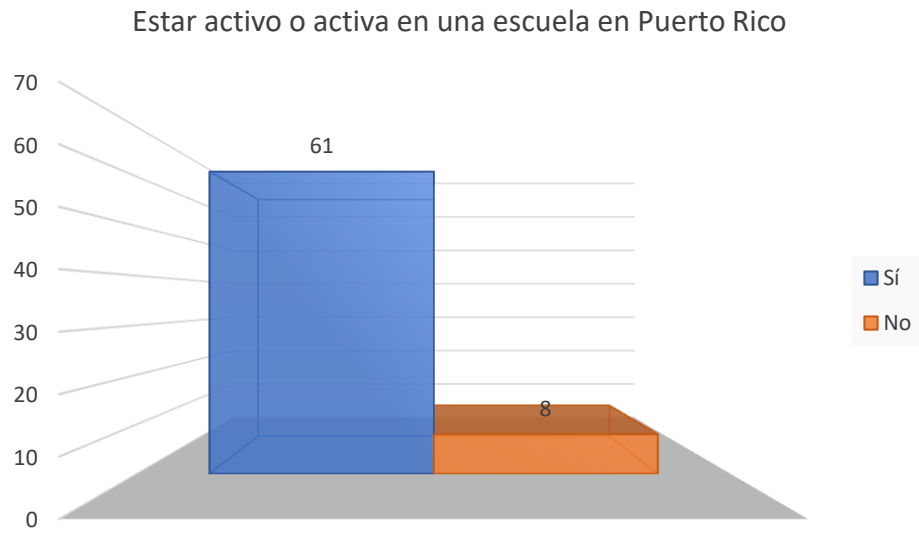
| Preguntas                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Preguntas del cuestionario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ¿Prefieren los maestros de matemáticas de nivel intermedio el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases?                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Prefiero el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas.</li> <li>b) Enseñar matemáticas mediante ejercicios mecánicos es más conveniente.</li> <li>c) Elijo cumplir con el currículo y no profundizo en las destrezas.</li> <li>d) Opto por la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución.</li> <li>e) Valoro el aprendizaje significativo ante la memorización.</li> </ul>                                                                      |
| 2. ¿El conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemática de nivel intermedio lo implementen en la sala de clases?                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Reconozco la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico.</li> <li>b) Comprendo las etapas o fases del método heurístico.</li> <li>c) Conozco la diferencia entre un ejercicio y un problema.</li> <li>d) Un problema tiene una sola forma de resolverse.</li> <li>e) El método heurístico promueve el pensamiento crítico.</li> </ul>                                                                                                                              |
| 3. ¿El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases?                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Promuevo el trabajo en equipo entre mis estudiantes.</li> <li>b) El contenido se centra en la solución de ejercicios.</li> <li>c) Relaciono el contenido de la clase con otras materias o la vida cotidiana.</li> <li>d) Utilizo la enseñanza directa en la mayoría de mis clases.</li> <li>e) Utilizo el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales.</li> </ul>                                                                                          |
| 4. ¿La actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para su uso en la sala de clases?                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Me siento incómodo con la enseñanza de la solución de problemas verbales.</li> <li>b) Me preocupa no poder responder las preguntas de los estudiantes.</li> <li>c) Me siento seguro con la enseñanza de la solución de problemas.</li> <li>d) Entiendo que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas.</li> <li>e) Poseo las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a mis estudiantes de distintas formas.</li> </ul> |
| 5. ¿La posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases? | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cumpro con las expectativas del sistema o de la escuela.</li> <li>b) Participo en talleres de desarrollo profesional.</li> <li>c) Los problemas verbales son indispensables en la enseñanza de las matemáticas.</li> <li>d) El currículo no provee espacio suficiente para la enseñanza de solución de problemas.</li> <li>e) Estoy satisfecho con mi desempeño en la sala de clases.</li> </ul>                                                                                      |

## Resultados

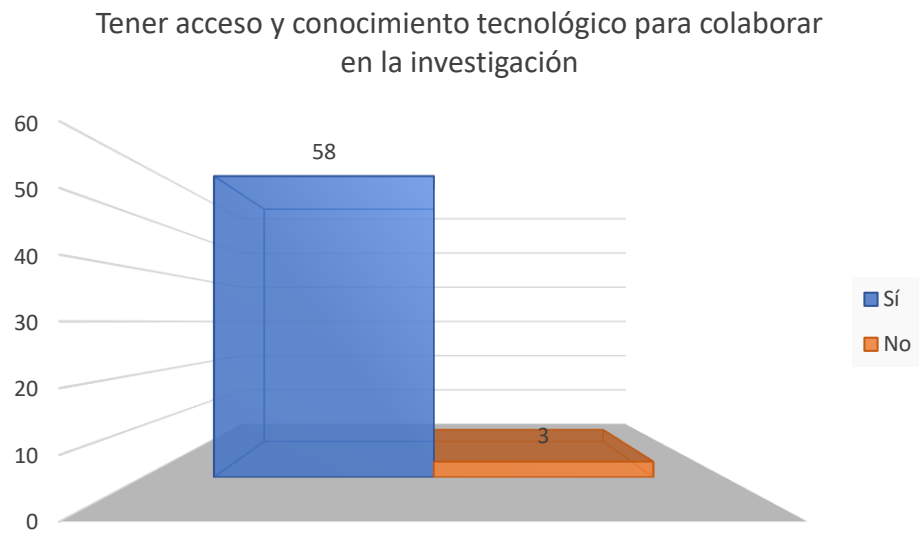
La propuesta y protocolo para la investigación sobre los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas fue aprobada por el *Institutional Review Board* de la Universidad Interamericana de Puerto Rico el 26 de octubre de 2021. Luego de recibir la carta de aprobación, la investigadora se comunicó con los grupos educativos, asociaciones y federaciones de maestros con los que tenía acuerdo colaborativo para la publicación del anuncio invitando a los docentes de matemáticas de nivel intermedio a participar de la investigación. El cuestionario estuvo disponible desde el 3 de noviembre de 2021 hasta el 1 de marzo de 2022. Durante este periodo de tiempo 119 personas tuvieron acceso al cuestionario mediante el enlace compartido en el anuncio, de las cuales 69 indicaron ser maestros de nivel intermedio, de ellos 61 están activos en una escuela en Puerto Rico y 58 indicaron tener acceso y conocimiento tecnológico para colaborar en la investigación. De esas 58 personas, 57 estuvieron de acuerdo en participar en el estudio.



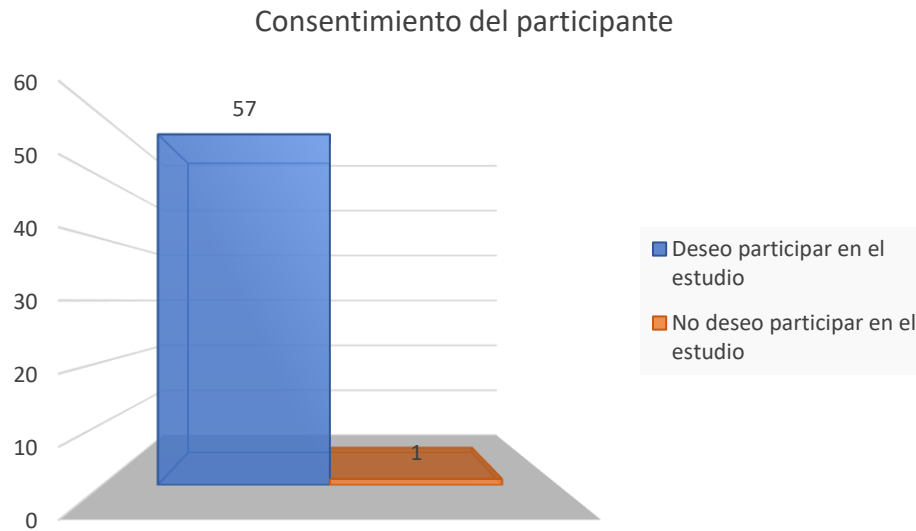
Gráfica I: Primer criterio de inclusión/exclusión



*Gráfica II: Segundo criterio de inclusión/exclusión*



*Gráfica III: Tercer criterio de inclusión/exclusión*



*Gráfica IV: Consentimiento del participante*

Aunque 57 personas asintieron en completar el cuestionario, para los resultados que se discutirán se toman en consideración 56 respuestas, ya que uno de los participantes no contestó la mayoría de las preguntas.

Esta es una muestra autoseleccionada y, por tanto, expresa la opinión del grupo de personas que se acercó a responder. No obstante, debido a que la invitación a participar se divulgó a través de las plataformas de las asociaciones de maestros, y que el número de personas que entró al cuestionario (119), de los cuales 56 pasaron los criterios de inclusión y respondieron el cuestionario, se puede entender que las respuestas reflejan la población de maestros de matemáticas de nivel intermedio de Puerto Rico.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados para cada una de las premisas del cuestionario.

TABLA 3. Resumen de las respuestas al cuestionario

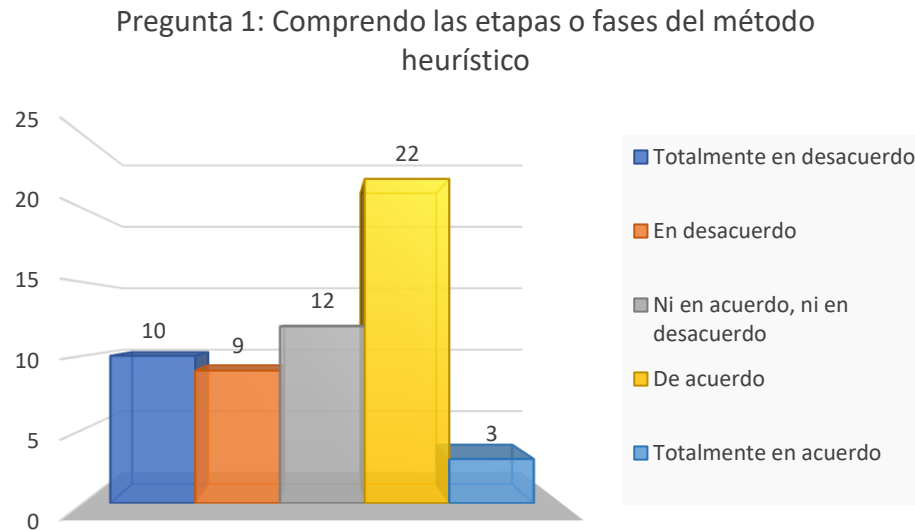
| Premisa                                                                                                       | Totalmente<br>en desacuerdo | En desacuerdo | Ni en acuerdo,<br>ni en desacuerdo | En acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------------------|------------|--------------------------|
| 1. Comprendo las etapas o fases del método heurístico.                                                        | 10                          | 9             | 12                                 | 22         | 3                        |
| 2. Conozco la diferencia entre un ejercicio y un problema.                                                    | 2                           | 0             | 1                                  | 30         | 23                       |
| 3. Cumpló con las expectativas del sistema o de la escuela.                                                   | 2                           | 0             | 9                                  | 24         | 21                       |
| 4. El contenido se centra en la solución de ejercicios.                                                       | 2                           | 9             | 8                                  | 33         | 4                        |
| 5. El currículo no provee espacio suficiente para la enseñanza de solución de problemas.                      | 5                           | 4             | 12                                 | 24         | 11                       |
| 6. El método heurístico promueve el pensamiento crítico.                                                      | 0                           | 1             | 12                                 | 23         | 20                       |
| 7. Elijo cumplir con el currículo y no profundizo en las destrezas.                                           | 10                          | 26            | 9                                  | 10         | 1                        |
| 8. Enseñar matemáticas mediante ejercicios mecánicos es más conveniente.                                      | 7                           | 17            | 19                                 | 10         | 3                        |
| 9. Entiendo que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas. | 0                           | 1             | 21                                 | 24         | 10                       |
| 10. Estoy satisfecho con mi desempeño en la sala de clases.                                                   | 6                           | 2             | 5                                  | 28         | 15                       |
| 11. Los problemas verbales son indispensables en la enseñanza de las matemáticas.                             | 1                           | 0             | 1                                  | 22         | 32                       |
| 12. Me preocupa no poder responder las preguntas de los estudiantes.                                          | 9                           | 10            | 9                                  | 18         | 10                       |
| 13. Me siento incómodo con la enseñanza de la solución de problemas verbales.                                 | 15                          | 20            | 11                                 | 7          | 3                        |
| 14. Me siento seguro con la enseñanza de la solución de problemas.                                            | 3                           | 6             | 9                                  | 20         | 18                       |
| 15. Opto por la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución.                                   | 7                           | 11            | 19                                 | 17         | 2                        |
| 16. Participo en talleres de desarrollo profesional.                                                          | 0                           | 1             | 1                                  | 16         | 38                       |
| 17. Poseo las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a mis estudiantes de distintas formas.     | 1                           | 1             | 3                                  | 24         | 27                       |
| 18. Prefiero el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas.                              | 0                           | 2             | 27                                 | 20         | 7                        |
| 19. Promuevo el trabajo en equipo entre mis estudiantes.                                                      | 0                           | 1             | 9                                  | 26         | 20                       |
| 20. Reconozco la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico.                               | 6                           | 3             | 14                                 | 27         | 6                        |
| 21. Relaciono el contenido de la clase con otras materias o la vida cotidiana.                                | 0                           | 2             | 3                                  | 30         | 21                       |
| 22. Un problema tiene una sola forma de resolverse.                                                           | 35                          | 19            | 0                                  | 1          | 1                        |
| 23. Utilizo el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales.                        | 3                           | 3             | 26                                 | 20         | 4                        |
| 24. Utilizo la enseñanza directa en la mayoría de mis clases.                                                 | 0                           | 5             | 15                                 | 29         | 7                        |
| 25. Valoro el aprendizaje significativo ante la memorización.                                                 | 3                           | 2             | 7                                  | 23         | 21                       |

El análisis estadístico de los resultados se realizó en *Microsoft Excel* y en el programa “*Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library*”, conocido por *Gretl*, en la versión 1.9.4 para *Windows*. Con este propósito se analizaron las premisas del cuestionario que se relacionan directamente con cada pregunta de investigación. A cada alternativa se le asignó un valor numérico del 1 al 5 de la siguiente forma: 1 para “totalmente en desacuerdo”, 2 para “en desacuerdo”, 3 para “ni en acuerdo, ni en desacuerdo”, 4 para “en acuerdo” y 5 para “totalmente de acuerdo”.

Primeramente, se realizó la estadística descriptiva de medidas de tendencia central. Una vez completada esto, se realizó a un estudio correlacional entre las variables postuladas como factores contra la variable que mide el uso del método del maestro en la sala de clase. Para fines del estudio correlacional realizado en *Gretl*, se utilizó el coeficiente de correlación de 0.3 como punto de corte. En general, es las respuestas con escalas *Likert* las respuestas son cualitativas, por lo que un estudio correlacional paramétrico debe también interpretarse en el sentido de correlaciones cualitativas.

Por diseño, las preguntas en el cuestionario no se encontraban en orden según se relacionan con las preguntas de investigación. Es por esto por lo que al presentar los datos obtenidos en cada premisa se identifica el aspecto del estudio con el que corresponden. A continuación, gráficas y tablas con estadísticas descriptivas realizadas en *Gretl* para cada premisa del cuestionario.

La primera pregunta del cuestionario está relacionada con el conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas. Los resultados para esta premisa se muestran a continuación.



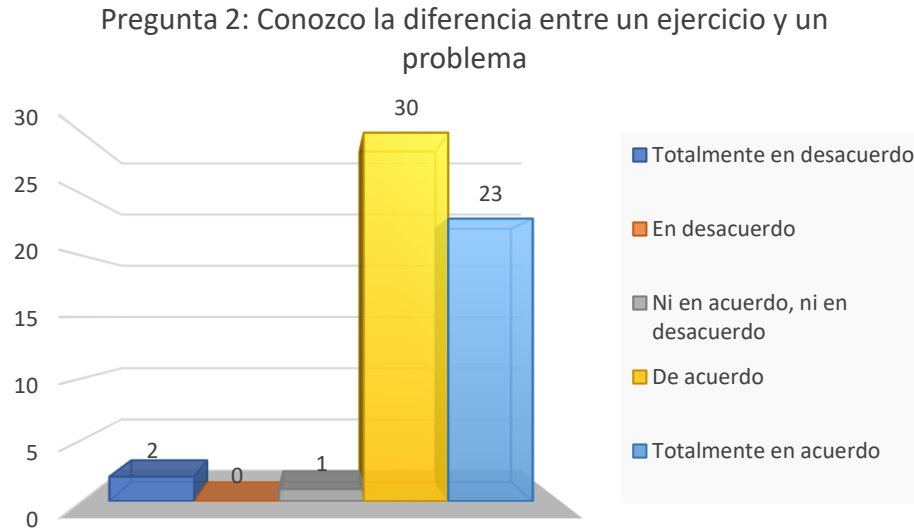
*Gráfica V: Resultados de la pregunta #1 del cuestionario*

**TABLA 4. Estadística descriptiva para la pregunta #1 del cuestionario**

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min   | Max  |
| p1                                                | 2.96 | 3.00   | 1.26 | 0.000 | 5.00 |

Según los resultados el 46 % de los docentes participantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo en que comprenden las etapas o fases del método heurístico, mientras que un 34% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. El 21% de los participantes no está en acuerdo o en desacuerdo con la premisa. Estas respuestas nos brindan un promedio de 2.96, con una desviación estándar de 1.26. La mayoría de los participantes, 55%, indican que no comprenden las fases o etapas del método heurístico.

La pregunta 2 del cuestionario también está relacionada con el conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas. Los resultados para esta premisa se muestran a continuación.



Gráfica VI: Resultados de la pregunta #2 del cuestionario

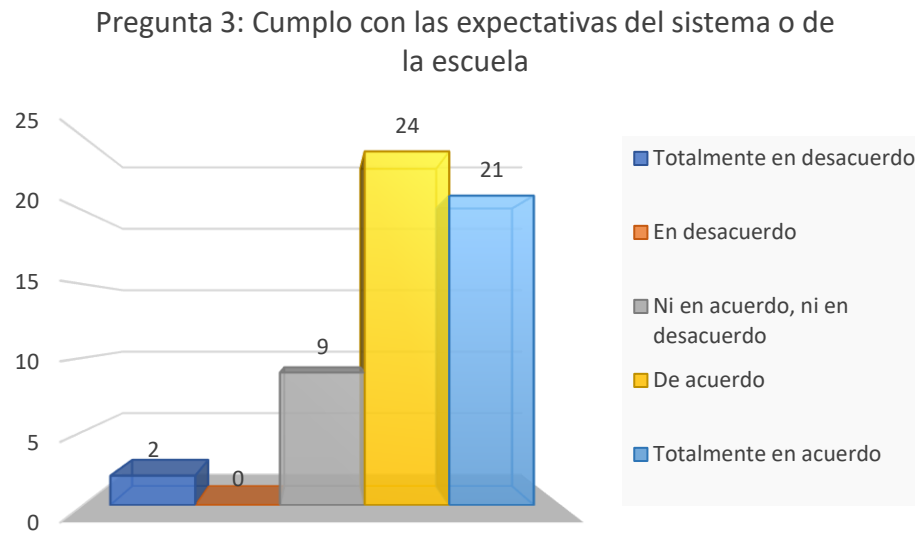
TABLA 5. Estadística descriptiva para la pregunta #2 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p2                                                | 4.29 | 4.00   | 0.825 | 1.00 | 5.00 |

Según los resultados, el 95% de los participantes están totalmente de acuerdo o de acuerdo con que conocen la diferencia entre un ejercicio y un problema, mientras que un 5% indica que no la conocen. El 45% de los participantes indican que están totalmente seguros de conocer la diferencia entre ambos conceptos. Estas respuestas nos brindan un promedio de 4.29 y una desviación estándar de 0.825.

La tercera pregunta del cuestionario está relacionada con la posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus

estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela. Los resultados para esta premisa se presentan a continuación.



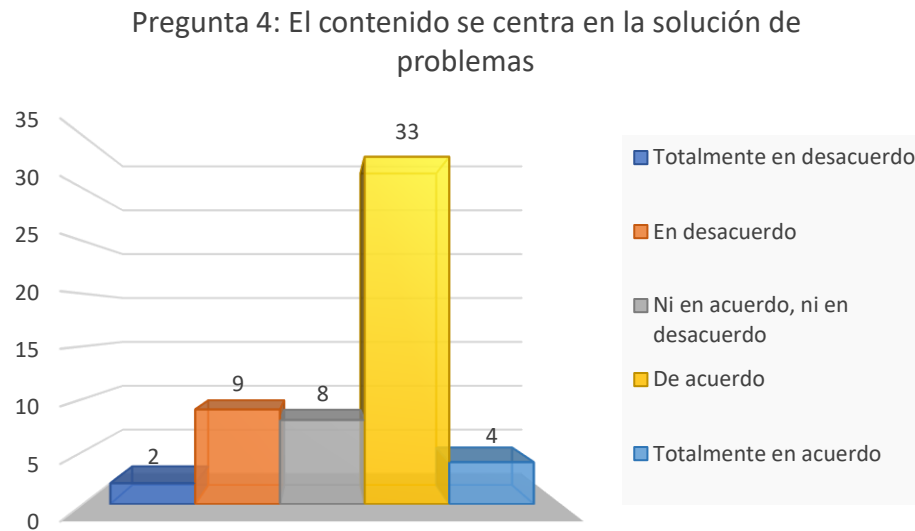
*Gráfica VII: Resultados de la pregunta #3 del cuestionario*

TABLA 6. Estadística descriptiva para la pregunta #3 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p3                                                | 4.11 | 4.00   | 0.928 | 1.00 | 5.00 |

Según los resultados, el 38% de los participantes están totalmente de acuerdo en que cumplen con las expectativas del sistema o de la escuela, mientras que un 43% está de acuerdo con la premisa. Sin embargo, 20% de los participantes no están de acuerdo o en desacuerdo, o incluso están en total desacuerdo con lo establecido en la pregunta. Estas respuestas no brindan un promedio de 4.11 y una desviación estándar de 0.928. Sólo 2 de los participantes, están en total desacuerdo en que su ejecutoria cumple con las expectativas de su empleador.

La cuarta pregunta del cuestionario está relacionada con el dominio de las múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas empleando el método heurístico en la sala de clases. Los resultados para esta premisa se presentan a continuación.



*Gráfica VIII: Resultados de la pregunta #4 del cuestionario*

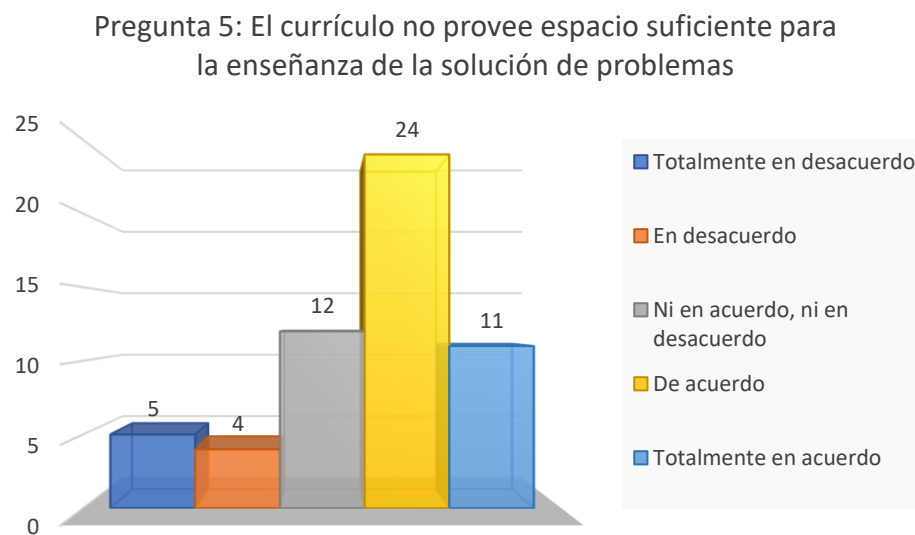
TABLA 7. Estadística descriptiva para la pregunta #4 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min   | Max  |
| p4                                                | 3.48 | 4.00   | 1.03 | 0.000 | 5.00 |

Los resultados para la pregunta 4 del cuestionario indican que el 4% de los participantes están totalmente de acuerdo en que el contenido de su clase se centra en la solución de problemas, mientras que el 59% está de acuerdo con la premisa. Sin embargo, 34% indica no estar en acuerdo, ni en desacuerdo, estar en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la pregunta. Esto representa 1/3 parte de los participantes.

Al procesar las respuestas de esta pregunta, obtenemos un promedio de 3.48 y una desviación estándar de 1.03.

La pregunta 5 del cuestionario está relacionada con la posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela. Los resultados para esta premisa se presentan a continuación.



Gráfica IX: Resultados de la pregunta #5 del cuestionario

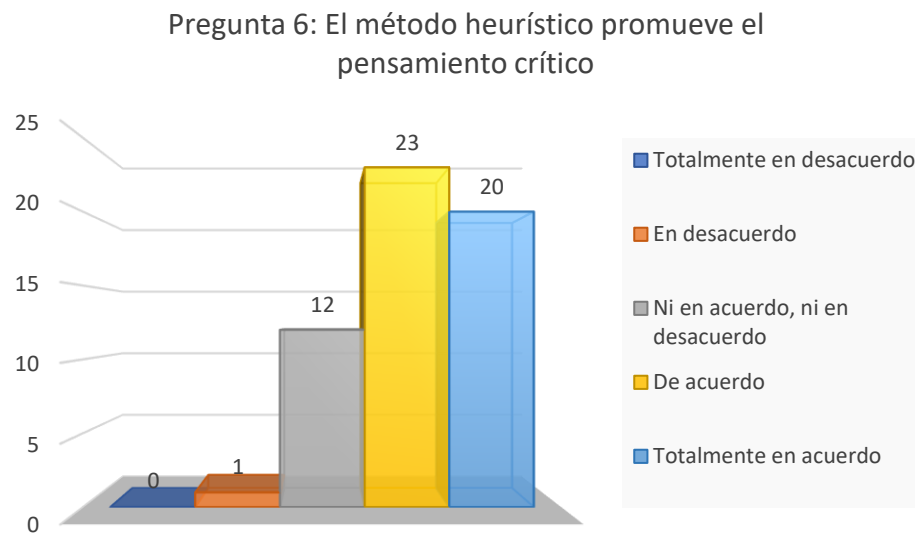
TABLA 8. Estadística descriptiva para la pregunta #5 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min   | Max  |
| p5                                                | 3.54 | 4.00   | 1.25 | 0.000 | 5.00 |

Las respuestas de esta pregunta muestran que 63% de los participantes indican estar totalmente de acuerdo o en acuerdo con que el currículo no provee espacio suficiente para la enseñanza de la solución de problemas. Mientras que el 16% está en

desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la premisa. Poco más de 1/5 parte de los participantes indicaron no estar en acuerdo, ni en desacuerdo con lo establecido en la pregunta. Estos datos no brindan una media aritmética de 3.54 y una desviación estándar de 1.25.

La pregunta 6 del cuestionario responde a si el conocimiento del maestro sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para su implementación en la sala de clases. Los resultados para la premisa se presentan a continuación.



*Gráfica X: Resultados de la pregunta #6 del cuestionario*

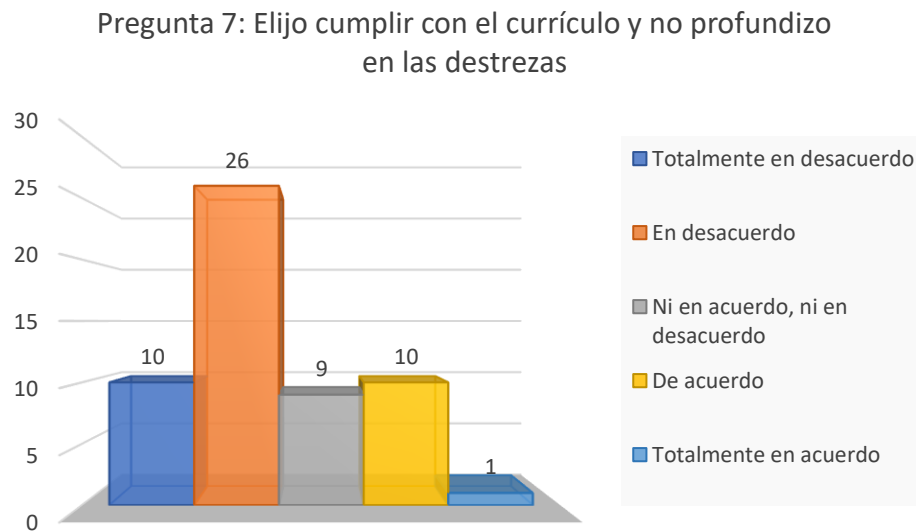
TABLA 9. Estadística descriptiva para la pregunta #6 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p6                                                | 4.11 | 4.00   | 0.802 | 2.00 | 5.00 |

Según los resultados obtenidos, el 77% de los participantes indican estar totalmente de acuerdo o de acuerdo con que el método heurístico promueve el

pensamiento crítico. En esta premisa, nadie indicó estar en total desacuerdo. Sin embargo, 2% indica estar en total desacuerdo, mientras un poco más de 1/5 parte de los participantes no están de acuerdo ni en desacuerdo con la premisa. Estos datos nos brindan una media aritmética de 4.11 y una desviación estándar de 0.802.

La pregunta 7 del cuestionario está relacionada con la preferencia de los maestros entre el método heurístico y el método algorítmico para la solución de problemas verbales en la sala de clases. Los resultados para esta pregunta se muestran a continuación.



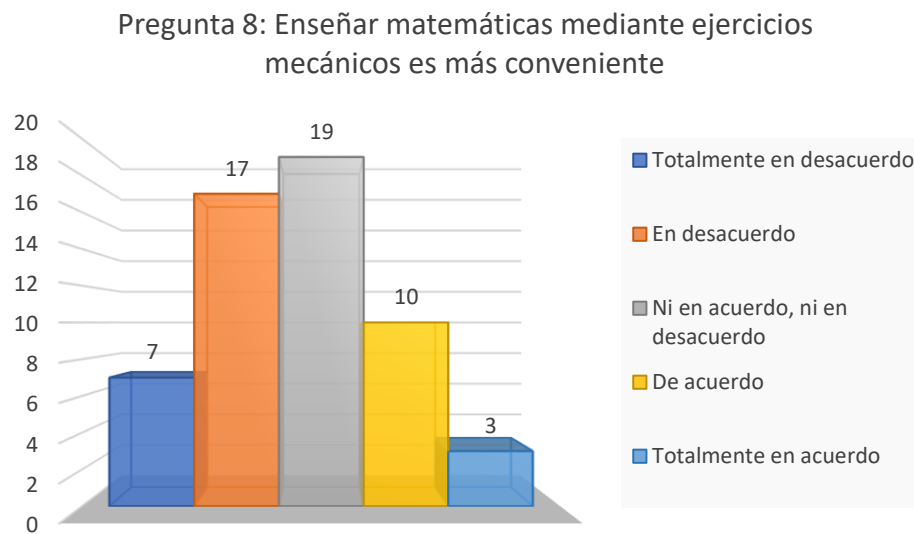
Gráfica XI: Resultados de la pregunta #7 del cuestionario

TABLA 10. Estadística descriptiva para la pregunta #7 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min  | Max  |
| p7                                                | 2.39 | 2.00   | 1.04 | 1.00 | 5.00 |

Para la premisa 7, 20% de los participantes indican estar totalmente de acuerdo o en acuerdo con que eligen cumplir con el currículo y no profundizan en las destrezas. Sin embargo, 4/5 partes de los participantes no están ni en acuerdo ni en desacuerdo, o están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Con estos datos obtenemos una media de 2.39 y una desviación estándar de 1.04.

La pregunta 8 del cuestionario está relacionada con la preferencia de los maestros entre el método heurístico y el método algorítmico para la solución de problemas verbales en la sala de clases. Los resultados para esta pregunta se muestran a continuación.



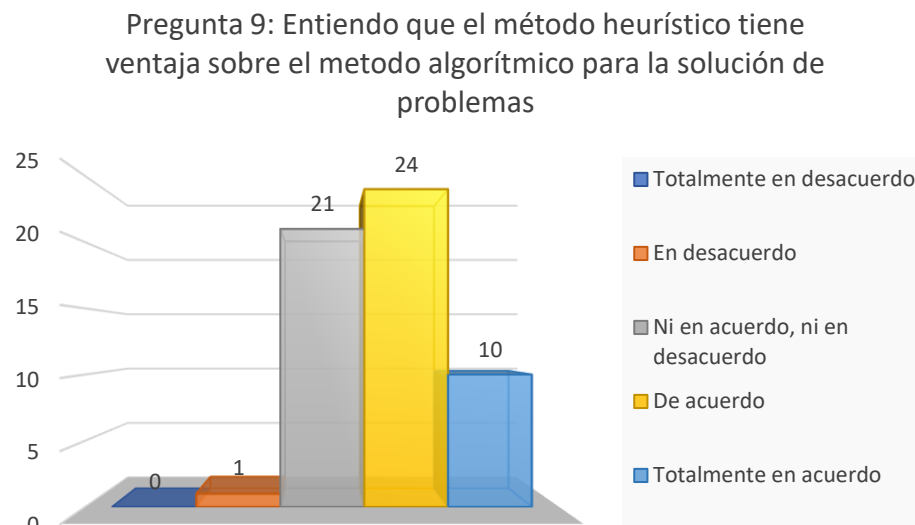
*Gráfica XII: Resultados de la pregunta #8 del cuestionario*

TABLA 11. Estadística descriptiva para la pregunta #8 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min  | Max  |
| p8                                                | 2.73 | 3.00   | 1.07 | 1.00 | 5.00 |

Para la premisa 8, el 23% de los participantes manifiestan que están totalmente de acuerdo o de acuerdo en que enseñar matemáticas mediante ejercicios mecánicos es más conveniente. Sin embargo, la mayoría de las respuestas están en las categorías de ni en acuerdo ni en desacuerdo con 34%, en desacuerdo con 30% y totalmente en desacuerdo con 13%. Estos datos nos ofrecen un promedio de 2.73 y una desviación estándar de 1.07.

La pregunta 9 del cuestionario está relacionada con la actitud del maestro de matemáticas respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos al utilizar el método heurístico en la sala de clases. Los resultados para este ítem se presentan a continuación.



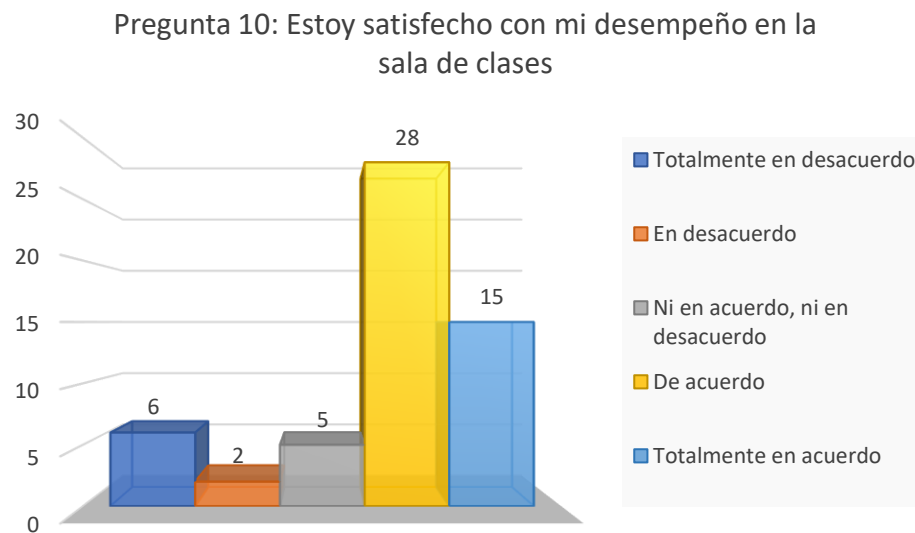
*Gráfica XIII: Resultados de la pregunta #9*

TABLA 12. Estadística descriptiva para la pregunta #9 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p9                                                | 3.77 | 4.00   | 0.763 | 2.00 | 5.00 |

La mayoría de los maestros encuestados manifiestan que están totalmente de acuerdo o de acuerdo con que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas. Sin embargo, el 38% de los participantes indican no estar en acuerdo ni en desacuerdo con la premisa. Mientras que 2% eligió estar en desacuerdo y ninguno de los participantes manifestó estar totalmente en desacuerdo. Estos datos nos ofrecen una media aritmética de 3.77 y una desviación estándar de 0.763.

La siguiente premisa del cuestionario está relacionada con la posición del maestro de matemáticas sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela en la que labora.



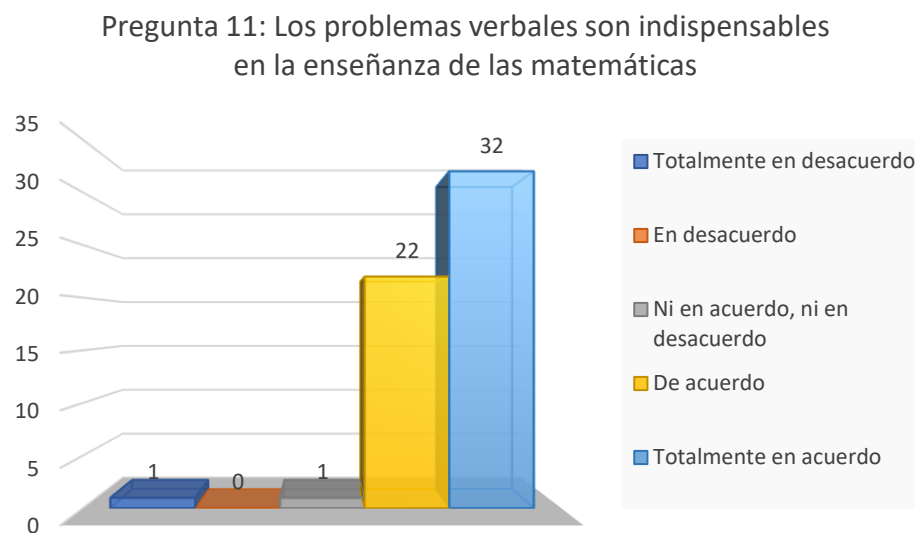
Gráfica XIV: Resultados de la pregunta #10 del cuestionario

TABLA 13. Estadística descriptiva para la pregunta #10 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min   | Max  |
| p10                                               | 3.70 | 4.00   | 1.43 | 0.000 | 5.00 |

De acuerdo con las respuestas obtenidas, 77% de los participantes manifiestan estar totalmente satisfechos o satisfechos con su desempeño en la sala de clases. Sin embargo, 11% de los maestros indican estar totalmente en desacuerdo con la premisa. Poco más de 1/5 parte de los participantes indican que no se encuentran satisfechos con su desempeño al elegir una respuesta con valores del 1 al 3 en la escala establecida. Estos datos nos brindan un promedio de 3.70 y una desviación estándar de 1.43.

La pregunta 11 del cuestionario también está relacionada con la posición del maestro de matemáticas sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela en la que labora. A continuación, se presentan las respuestas obtenidas.



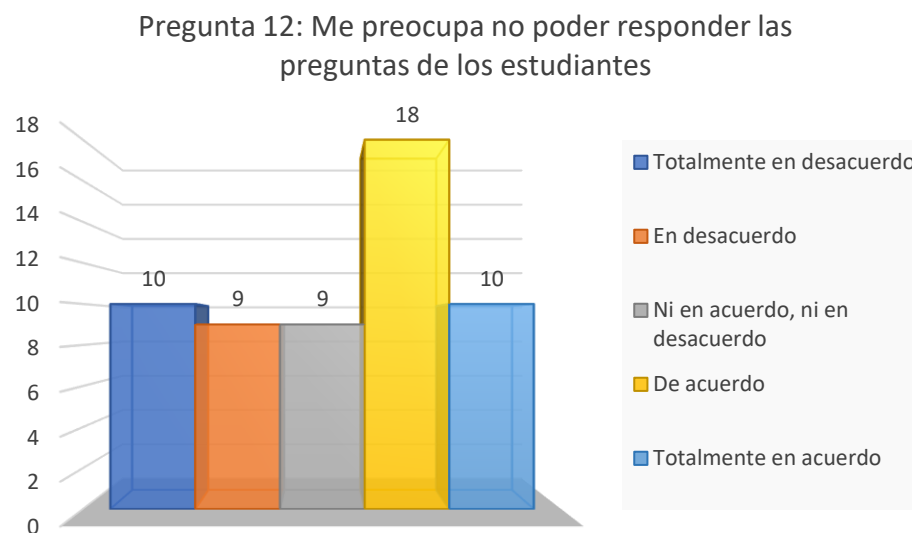
*Gráfica XV: Resultados de la pregunta #11 del cuestionario*

TABLA 14. Estadística descriptiva para la pregunta #11 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p11                                               | 4.50 | 5.00   | 0.714 | 1.00 | 5.00 |

En el ítem 11 el 96% de los maestros encuestados manifiestan estar totalmente de acuerdo o en acuerdo con que los problemas verbales son indispensables en la enseñanza de las matemáticas. Solamente 2% de los participantes indica estar en total desacuerdo con la premisa. En esta pregunta, ninguno de los encuestados indicó estar en desacuerdo. Estos datos nos ofrecen una media aritmética de 4.50 y una desviación estándar de 0.714.

El próximo ítem del cuestionario está relacionado con la actitud del maestro de matemáticas respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos al utilizar el método heurístico en la sala de clases. Los resultados para este ítem se presentan a continuación.



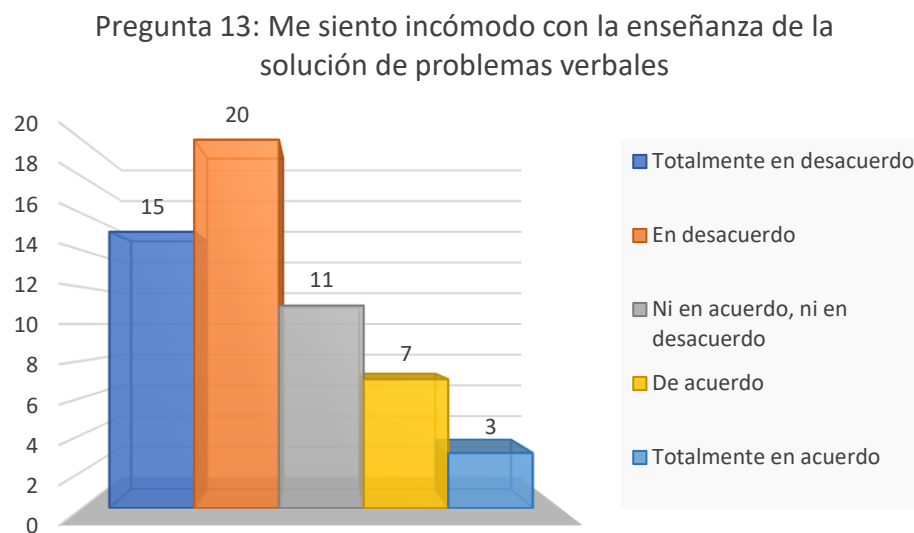
*Gráfica XVI: Resultados de la pregunta #12 del cuestionario*

TABLA 15. Estadística descriptiva para la pregunta #12 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min   | Max  |
| p12                                               | 3.16 | 3.50   | 1.40 | 0.000 | 5.00 |

De acuerdo con las respuestas recibidas para esta premisa, el 50% de los maestros encuestados indican estar totalmente de acuerdo o en acuerdo en que les preocupa no poder responder las preguntas de los estudiantes. Mientras que un 16% de los participantes indican no estar en acuerdo ni en desacuerdo con el planteamiento. Sin embargo, 34% manifiestan que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la pregunta. Con estos datos obtenemos una media de 3.16 y una desviación estándar de 1.40, lo que es evidente en la variedad de respuestas para la premisa.

La pregunta 13 también está relacionada con la actitud del maestro de matemáticas respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos al utilizar el método heurístico en la sala de clases. Los resultados para este ítem se presentan a continuación.



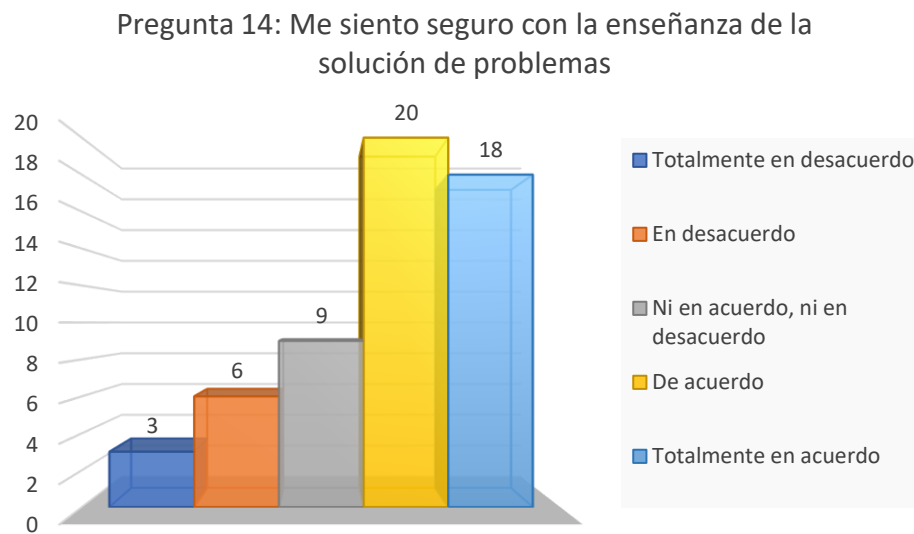
*Gráfica XVII: Resultados de la pregunta #13 del cuestionario*

TABLA 16. Estadística descriptiva para la pregunta #13 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min  | Max  |
| p13                                               | 2.34 | 2.00   | 1.16 | 1.00 | 5.00 |

Según las respuestas para esta premisa, el 18% de los participantes indican estar totalmente de acuerdo o en acuerdo con sentirse incómodos con la enseñanza de la solución de problemas. Sin embargo, el 20% manifiesta no estar ni en acuerdo, ni en desacuerdo, el 36% indica estar en desacuerdo y el 28% en total desacuerdo con la premisa. Estos datos nos brindan un promedio de 2.34 y una desviación estándar de 1.16.

La siguiente pregunta también está relacionada con la actitud del maestro de matemáticas respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos al utilizar el método heurístico en la sala de clases. A continuación, se presentan las respuestas para este ítem.



*Gráfica XVIII: Resultados de la pregunta #14 del cuestionario*

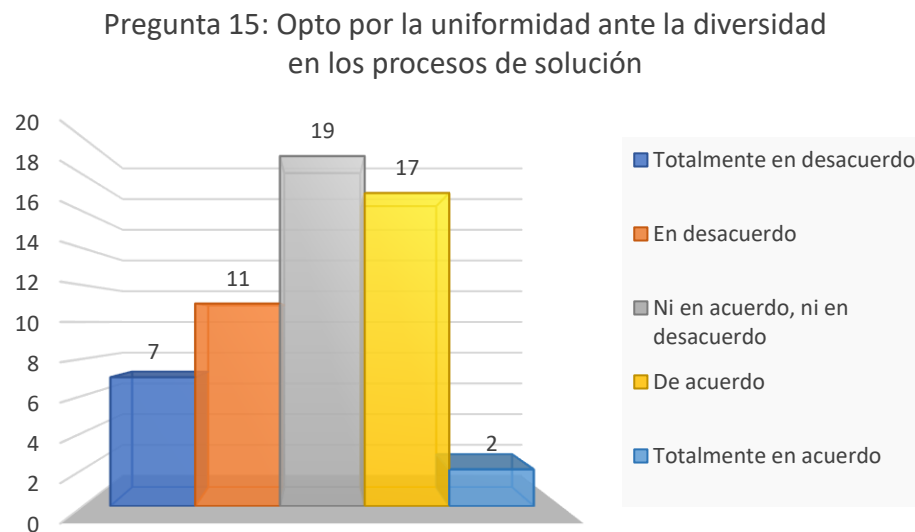
TABLA 17. Estadística descriptiva para la pregunta #14 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min  | Max  |
| p14                                               | 3.79 | 4.00   | 1.17 | 1.00 | 5.00 |

Para la pregunta #14, 68% de los participantes indicaron estar totalmente de acuerdo o en acuerdo con sentirse seguros con la enseñanza de la solución de problemas. Sin embargo, 16% indica no estar en acuerdo ni en desacuerdo, 11% está en desacuerdo y

5% está totalmente en desacuerdo. De estos datos se obtiene una media aritmética de 3.79 y una desviación estándar de 1.17.

La pregunta 15 responde a la preferencia de los maestros de matemáticas entre el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales.



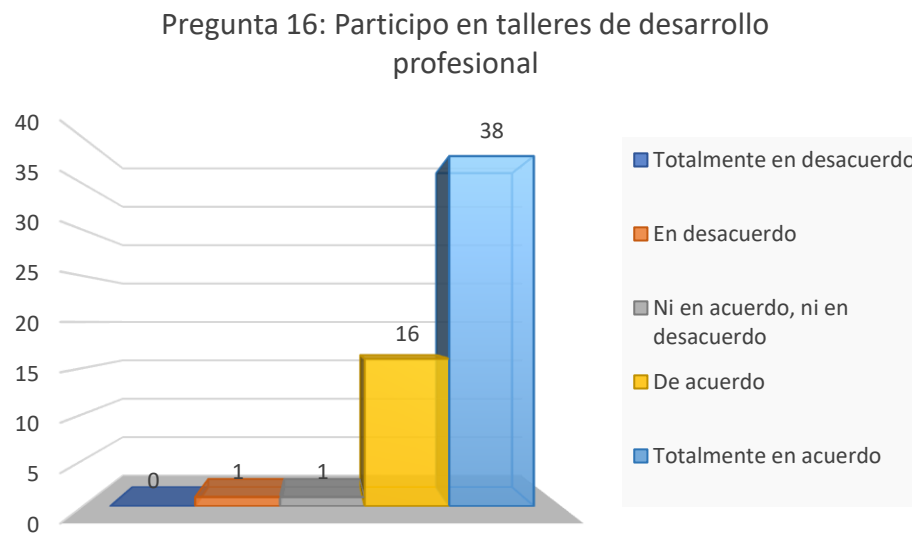
*Gráfica XIX: Resultados de la pregunta #15 del cuestionario*

TABLA 18. Estadística descriptiva para la pregunta #15 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min   | Max  |
| p15                                               | 2.86 | 3.00   | 1.23 | 0.000 | 5.00 |

Las respuestas para la pregunta muestran que el 34% de los participantes está totalmente de acuerdo o en acuerdo de que optan por la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución. Sin embargo, 34% de los encuestados manifiestan que no están ni en acuerdo, ni en desacuerdo con la premisa. Mientras que un 32% indica estar en desacuerdo o en total desacuerdo con el planteamiento. De estos datos se obtiene una media de 2.86 y una desviación estándar de 1.23.

La siguiente pregunta responde a la posición del maestro de matemáticas sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela en la que labora. A continuación, se presentan las respuestas obtenidas.



*Gráfica XX: Resultados de la pregunta #16 del cuestionario*

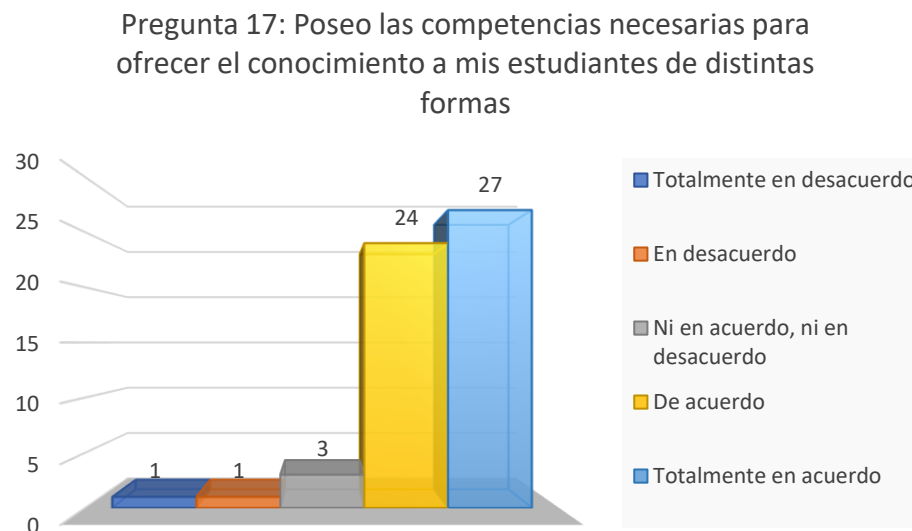
TABLA 19. Estadística descriptiva para la pregunta #16 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p16                                               | 4.63 | 5.00   | 0.620 | 2.00 | 5.00 |

De acuerdo con las respuestas para este ítem, 69% de los participantes indica estar totalmente de acuerdo con que participan en talleres de desarrollo profesional, mientras un 29% manifiesta estar de acuerdo. Por otra parte, 4% de los maestros encuestados indican no estar ni en acuerdo ni en desacuerdo o estar en desacuerdo. Para esta premisa ninguno de los participantes estuvo totalmente en desacuerdo. Para estos datos

obtenemos una media aritmética de 4.63 y una desviación estándar de 0.62, lo cual se puede apreciar claramente en los datos.

La pregunta 17 del cuestionario está relacionada a la actitud del maestro de matemáticas respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos al utilizar el método heurístico en la sala de clases. A continuación, se presentan las respuestas para este ítem.



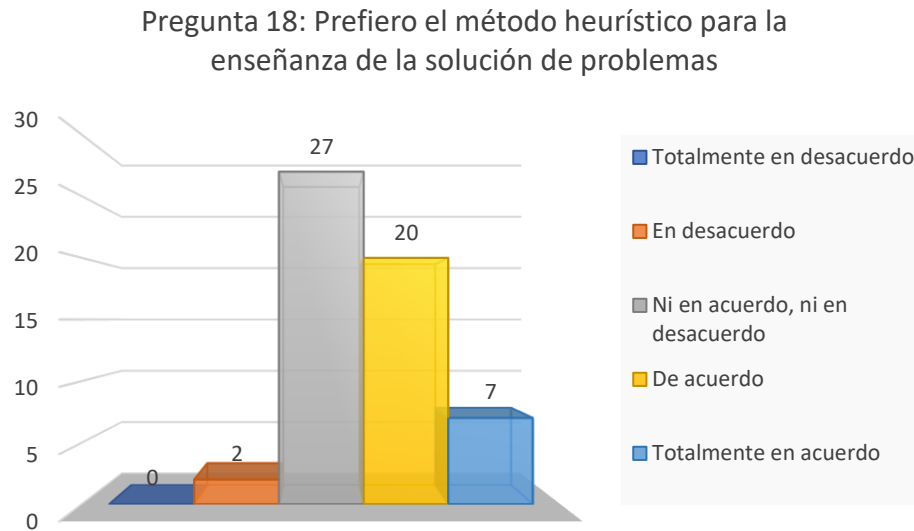
*Gráfica XXI: Resultados de la pregunta #17 del cuestionario*

TABLA 20. Estadística descriptiva para la pregunta #17 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p17                                               | 4.34 | 4.00   | 0.815 | 1.00 | 5.00 |

Para los datos de la pregunta 17, 91% de los participantes indican estar totalmente de acuerdo o de acuerdo con que poseen las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a sus estudiantes de distintas formas. Sin embargo, 5% manifiesta no estar de acuerdo ni en desacuerdo y 4% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. De estos datos obtenemos un promedio de 4.34 y una desviación estándar de 0.815.

La siguiente pregunta del cuestionario responde a la preferencia de los maestros de matemáticas entre el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales.



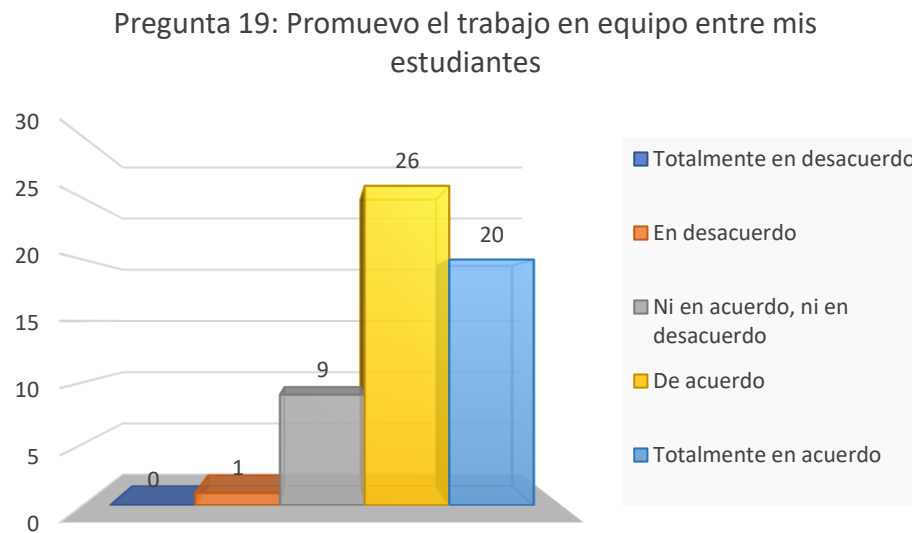
*Gráfica XXII: Resultados de la pregunta #18 del cuestionario*

TABLA 21. Estadística descriptiva para la pregunta #18 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p18                                               | 3.57 | 3.00   | 0.759 | 2.00 | 5.00 |

En la premisa 18, 48% de los participantes indican preferir el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas pues sus respuestas fueron totalmente de acuerdo o en acuerdo. Sin embargo, otro 48% de los maestros encuestados manifiestan no estar de acuerdo ni en desacuerdo, mientras que 4% están en desacuerdo con el planteamiento. En esta premisa ninguno de los participantes contestó estar totalmente en desacuerdo. Con estos datos obtenemos una media aritmética de 3.57 y una desviación estándar de 0.759.

El ítem 19 del cuestionario responde a el dominio de las múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas empleando el método heurístico en la sala de clases. Los resultados para esta premisa se presentan a continuación.



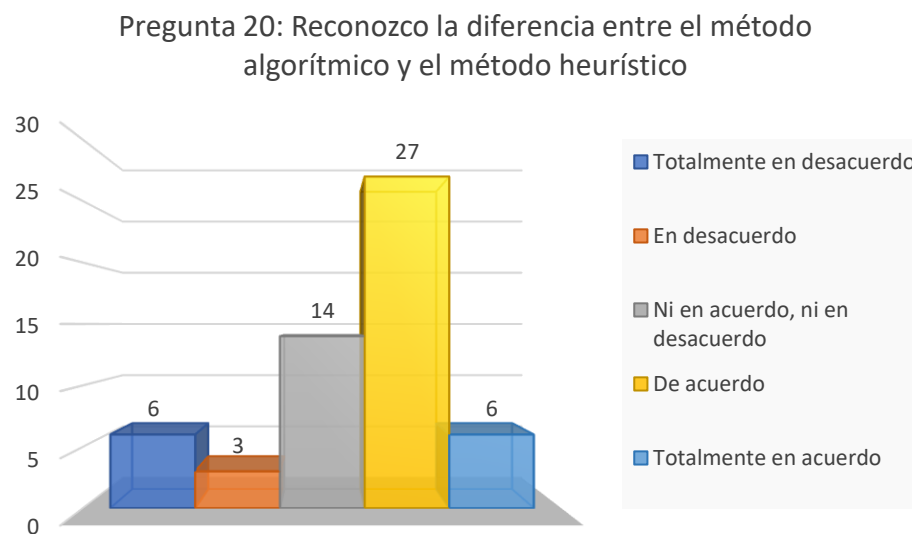
*Gráfica XXIII: Resultados de la pregunta #19 del cuestionario*

TABLA 22. Estadística descriptiva para la pregunta #19 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p19                                               | 4.16 | 4.00   | 0.757 | 2.00 | 5.00 |

De acuerdo con los resultados, el 82% de los participantes manifiestan estar totalmente de acuerdo o en acuerdo de que promueven el trabajo en equipo entre sus estudiantes. Sin embargo, 16% indica no estar de acuerdo ni en desacuerdo y un 2% está en desacuerdo con el planteamiento. Estos datos nos brindan una media aritmética de 4.16 y una desviación estándar de 0.757, lo cual puede apreciarse claramente en la gráfica.

La siguiente pregunta está relacionada a si el conocimiento del maestro sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para su implementación en la sala de clases. Los resultados para la premisa graficados y en tabla se presentan a continuación.



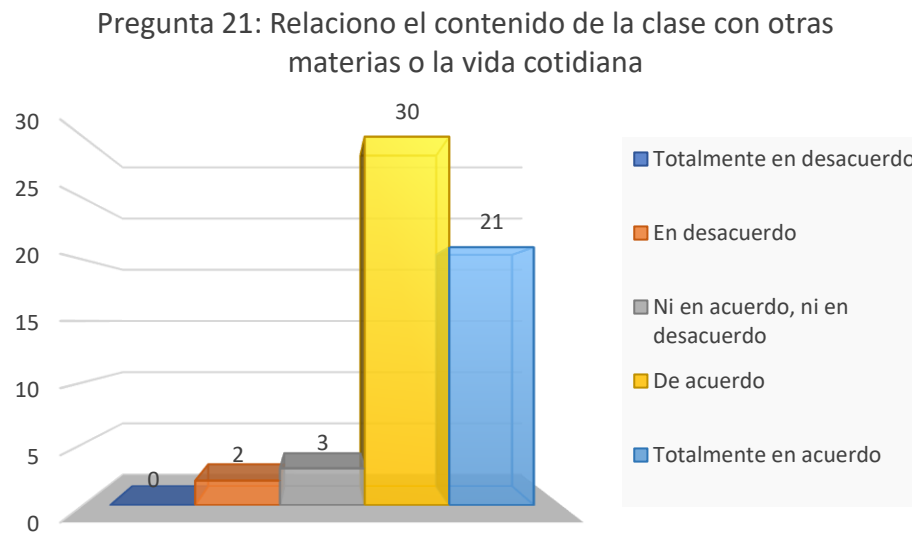
*Gráfica XXIV: Resultados de la pregunta #20 del cuestionario*

TABLA 23. Estadística descriptiva para la pregunta #20 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min   | Max  |
| p20                                               | 3.39 | 4.00   | 1.20 | 0.000 | 5.00 |

Las respuestas para el ítem reflejan que el 59% de los participantes están totalmente de acuerdo o en acuerdo en que reconocen la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico. Sin embargo,  $\frac{1}{4}$  parte de los maestros encuestados manifiestan no estar de acuerdo ni en desacuerdo, 5% está en desacuerdo y 11% indica estar totalmente en desacuerdo. Estos datos nos brindan una media aritmética de 3.39 y una desviación estándar de 1.20.

La premisa 21 del cuestionario responde a el dominio de las múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas empleando el método heurístico en la sala de clases. Los resultados para esta pregunta se presentan a continuación.



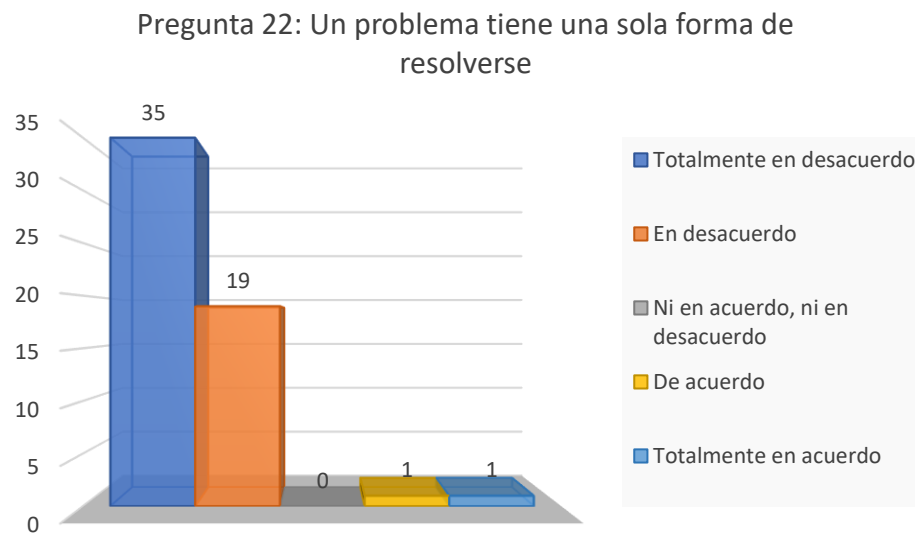
Gráfica XXV: Resultados de la pregunta #21 del cuestionario

TABLA 24. Estadística descriptiva para la pregunta #21 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p21                                               | 4.25 | 4.00   | 0.720 | 2.00 | 5.00 |

Según los resultados obtenidos, 91% de los maestros participantes están totalmente de acuerdo o en acuerdo en que relacionan el contenido de la clase con otras materias o la vida cotidiana. Sin embargo, 5% indica no estar de acuerdo ni en desacuerdo con la premisa. Mientras que 4% manifiesta estar en desacuerdo. En esta pregunta ninguno de los participantes contestó estar totalmente en desacuerdo. Para estos datos obtenemos un promedio de 4.25 y una desviación estándar de 0.720.

La siguiente pregunta responde a si el conocimiento del maestro sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para su implementación en la sala de clases. Los resultados para la premisa graficados y en tabla se presentan a continuación.



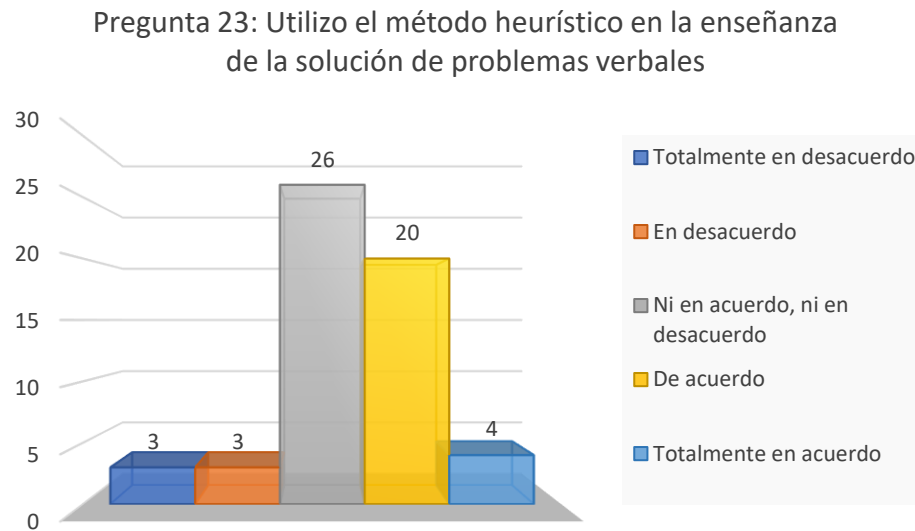
*Gráfica XXVI: Resultados de la pregunta #22 del cuestionario*

TABLA 25. Estadística descriptiva para la pregunta #22 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p22                                               | 1.46 | 1.00   | 0.762 | 1.00 | 5.00 |

Según las respuestas de los participantes, el 4% indica estar totalmente en acuerdo o en acuerdo con que un problema tiene una sola forma de resolverse. Por el contrario, la mayoría de los maestros encuestados representando un 96% manifestaron estar en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con el planteamiento. Estos datos nos brindan una media aritmética de 1.46 y una desviación estándar de 0.762, lo cual podemos apreciar en claramente en la gráfica.

La pregunta 23 del cuestionario está relacionada con el dominio de las múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas empleando el método heurístico en la sala de clases. Los resultados para esta pregunta se presentan a continuación.



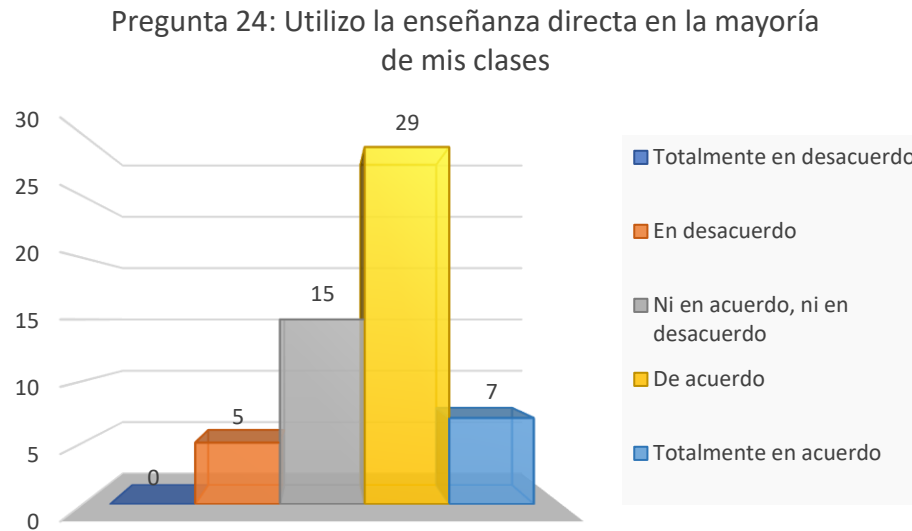
*Gráfica XXVII: Resultados de la pregunta #23 del cuestionario*

TABLA 26. Estadística descriptiva para la pregunta #23 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p23                                               | 3.34 | 3.00   | 0.900 | 1.00 | 5.00 |

De acuerdo con las respuestas para esta pregunta, 43% de los participantes indican estar totalmente de acuerdo o en acuerdo con que utilizan el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas, mientras que un 46% no está de acuerdo ni en desacuerdo con el planteamiento. Sin embargo, 11% manifiesta estar en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Para estos datos obtenemos un promedio de 3.34 y una desviación estándar de 0.9.

La siguiente pregunta también cuestionario está relacionada con el dominio de las múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas empleando el método heurístico en la sala de clases.



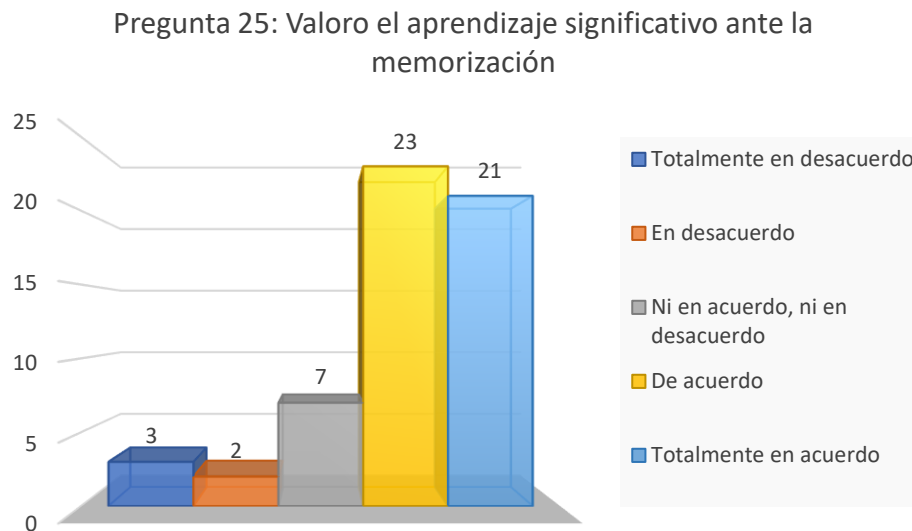
*Gráfica XXVIII: Resultados de la pregunta #24 del cuestionario*

TABLA 27. Estadística descriptiva para la pregunta #24 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |       |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|-------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D.  | Min  | Max  |
| p24                                               | 3.68 | 4.00   | 0.811 | 2.00 | 5.00 |

Según las respuestas obtenidas para la pregunta, 52% de los participantes están totalmente de acuerdo o en acuerdo con que utilizan la enseñanza directa en la mayoría de sus clases. Sin embargo, 27% indica no estar en acuerdo ni en desacuerdo y 9% manifiesta estar en desacuerdo con el planteamiento. Para esta premisa, ninguno de los participantes contestó estar totalmente en desacuerdo. Con estos datos obtenemos una media aritmética de 3.68 y una desviación estándar de 0.811.

La última pregunta del cuestionario está relacionada a la preferencia de los maestros de matemáticas entre el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases.



*Gráfica XXIX: Resultados de la pregunta #25 del cuestionario*

TABLA 28. Estadística descriptiva para la pregunta #25 del cuestionario

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min   | Max  |
| p25                                               | 3.96 | 4.00   | 1.24 | 0.000 | 5.00 |

De acuerdo con las respuestas de los participantes, el 79% indica estar totalmente de acuerdo o en acuerdo con que valoran el aprendizaje significativo ante la memorización. Sin embargo, 13% manifiesta no estar de acuerdo ni en desacuerdo, 4% está en desacuerdo y 5% está totalmente en desacuerdo con la premisa. De estos datos se obtiene una media aritmética de 3.96 y una desviación estándar de 1.24.

### **Correlación entre premisas del cuestionario**

Luego del análisis estadístico se realizó un estudio correlacional entre las premisas del cuestionario. Este es utilizado para identificar la relación entre las respuestas de los maestros participantes en el cuestionario. Para determinar esta relación, la investigadora estableció un valor mínimo de 0.3 en el coeficiente de correlación. A continuación, se muestra la tabla de correlaciones entre las premisas del cuestionario realizada en *Microsoft Excel*.

TABLA 29. Tabla de correlaciones entre las premisas del cuestionario

|     | P1     | P2     | P3     | P4     | P5     | P6     | P7     | P8     | P9     | P10    | P11    | P12    | P13    | P14    | P15    | P16    | P17    | P18    | P19    | P20    | P21    | P22    | P23    | P24   | P25   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| P1  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P2  | 0.393  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P3  | 0.112  | 0.268  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P4  | 0.224  | -0.058 | 0.307  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P5  | -0.149 | 0.060  | -0.082 | -0.077 | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P6  | 0.596  | 0.118  | 0.009  | 0.312  | -0.203 | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P7  | 0.163  | 0.079  | -0.139 | 0.194  | 0.241  | 0.123  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P8  | 0.060  | 0.150  | -0.044 | -0.029 | 0.286  | -0.093 | 0.244  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P9  | 0.350  | 0.396  | 0.241  | -0.017 | -0.039 | 0.458  | 0.071  | -0.189 | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P10 | 0.064  | 0.199  | 0.286  | 0.176  | 0.021  | -0.035 | -0.028 | 0.017  | 0.268  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P11 | -0.040 | -0.124 | 0.110  | 0.186  | 0.102  | 0.222  | -0.049 | -0.155 | 0.150  | 0.063  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P12 | -0.243 | -0.245 | -0.126 | -0.232 | -0.050 | -0.259 | -0.119 | -0.007 | -0.169 | 0.025  | -0.155 | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P13 | -0.239 | -0.178 | 0.050  | 0.150  | 0.335  | -0.254 | 0.264  | 0.191  | -0.074 | -0.035 | -0.098 | 0.379  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P14 | 0.289  | 0.234  | 0.457  | 0.148  | 0.043  | 0.257  | -0.004 | -0.047 | 0.330  | 0.276  | 0.500  | -0.434 | -0.386 | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P15 | 0.020  | 0.095  | -0.194 | -0.002 | 0.086  | 0.016  | 0.259  | 0.192  | 0.275  | 0.484  | 0.062  | -0.008 | 0.124  | 0.143  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P16 | 0.238  | 0.107  | 0.229  | 0.089  | -0.065 | 0.192  | -0.134 | -0.072 | 0.043  | 0.033  | 0.308  | -0.076 | -0.274 | 0.338  | -0.096 | 1.000  |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P17 | 0.259  | 0.421  | 0.432  | 0.062  | 0.211  | -0.057 | 0.012  | -0.040 | 0.304  | 0.309  | 0.016  | -0.144 | -0.123 | 0.497  | 0.140  | 0.328  | 1.000  |        |        |        |        |        |        |       |       |
| P18 | 0.495  | 0.344  | 0.505  | 0.200  | -0.022 | 0.495  | 0.010  | -0.189 | 0.641  | 0.230  | 0.336  | -0.242 | -0.141 | 0.549  | 0.128  | 0.309  | 0.327  | 1.000  |        |        |        |        |        |       |       |
| P19 | 0.101  | 0.100  | 0.079  | 0.062  | 0.023  | 0.181  | -0.174 | -0.103 | 0.192  | -0.055 | 0.286  | 0.095  | 0.020  | -0.001 | -0.131 | 0.363  | -0.002 | 0.154  | 1.000  |        |        |        |        |       |       |
| P20 | 0.560  | 0.307  | -0.136 | 0.050  | -0.203 | 0.446  | -0.024 | 0.126  | 0.240  | -0.046 | -0.042 | -0.244 | -0.292 | 0.087  | 0.063  | 0.031  | -0.083 | 0.208  | 0.149  | 1.000  |        |        |        |       |       |
| P21 | 0.130  | 0.214  | 0.122  | 0.055  | -0.030 | 0.142  | -0.134 | -0.100 | 0.207  | -0.049 | 0.212  | -0.203 | -0.298 | 0.367  | -0.062 | 0.295  | 0.287  | 0.333  | 0.225  | 0.221  | 1.000  |        |        |       |       |
| P22 | 0.187  | 0.045  | -0.046 | -0.198 | 0.078  | 0.036  | 0.133  | 0.022  | -0.061 | -0.169 | -0.234 | -0.071 | 0.004  | -0.049 | 0.053  | -0.010 | 0.034  | 0.099  | -0.132 | 0.075  | -0.083 | 1.000  |        |       |       |
| P23 | 0.394  | 0.185  | 0.195  | 0.036  | -0.181 | 0.427  | -0.087 | -0.093 | 0.382  | 0.110  | 0.184  | -0.073 | -0.268 | 0.329  | 0.028  | 0.265  | 0.187  | 0.589  | 0.159  | 0.480  | 0.484  | 0.031  | 1.000  |       |       |
| P24 | -0.224 | -0.050 | -0.219 | -0.051 | 0.155  | -0.198 | 0.131  | 0.381  | -0.240 | -0.164 | 0.063  | 0.110  | 0.175  | -0.055 | 0.209  | 0.009  | -0.080 | -0.287 | 0.204  | -0.055 | -0.016 | -0.195 | -0.147 | 1.000 |       |
| P25 | -0.234 | 0.046  | 0.146  | 0.129  | 0.177  | 0.059  | -0.031 | -0.131 | 0.030  | -0.079 | 0.206  | 0.045  | 0.160  | -0.031 | -0.231 | 0.243  | 0.012  | 0.003  | 0.220  | -0.150 | 0.215  | -0.175 | 0.060  | 0.061 | 1.000 |

Los maestros que identificaron en la premisa 1 del cuestionario que comprenden las etapas o fases del método heurístico también indicaron lo siguiente:

- a) Conocer la diferencia entre un ejercicio y un problema  
(correlación=0.393)
- b) El método heurístico promueve el pensamiento crítico (correlación=0.596)
- c) Entender que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas (correlación=0.350)
- d) Preferir el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.495)
- e) Reconocer la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico (correlación=0.560)
- f) Utilizar el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales (correlación=0.394)

Aquellos participantes que manifestaron conocer la diferencia entre un ejercicio y un problema también afirmaron que:

- a) Entender que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas (correlación=0.396)
- b) Poseer las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a sus estudiantes de distintas formas (correlación=0.421)
- c) Preferir el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.344)
- d) Reconocer la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico (correlación=0.307)

Los maestros participantes que indicaron que cumplen con las expectativas del sistema o de la escuela, también manifestaron lo siguiente:

- a) El contenido se centra en la solución de ejercicios (correlación=0.307)
- b) Se siente seguro con la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.457)
- c) Poseer las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a sus estudiantes de distintas formas (correlación=0.432)
- d) Preferir el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.505)

Aquellos maestros que manifestaron en la premisa 4 del cuestionario que el contenido se centra en la solución de ejercicios, también indicaron que el método heurístico promueve el pensamiento crítico (correlación=0.312).

Por otra parte, los participantes que indicaron que el currículo no promueve el espacio suficiente para la enseñanza de la solución de problemas, también contestaron que se sienten incómodos con la enseñanza de la solución de problemas verbales (correlación=0.335).

Los maestros que manifestaron que el método heurístico promueve el pensamiento crítico, también indicaron que:

- a) Entienden que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas (correlación=0.458)
- b) Prefieren el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.495)

- c) Reconocer la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico  
(correlación=0.446)
- d) Utilizar el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas  
(correlación=0.427)

Aquellos maestros que indicaron que enseñar matemáticas mediante ejercicios mecánicos es más conveniente, también manifestaron que utilizan la enseñanza directa en la mayoría de sus clases (correlación=0.381).

Los maestros que entienden que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas, también indicaron que:

- a) Se sienten seguros con la enseñanza de la solución de problemas  
(correlación=0.330)
- b) Poseen las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a sus estudiantes de distintas formas (correlación=0.304)
- c) Prefieren el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.641)
- d) Utilizan el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales (correlación=0.382)

Aquellos participantes que indicaron en la premisa 10 del cuestionario estar satisfechos con su desempeño en la sala de clases, también indicaron optar por la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución (correlación=0.484) y poseer las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a sus estudiantes de distintas formas (correlación=0.309).

Los participantes que en la premisa 11 del cuestionario manifestaron que los problemas verbales son indispensables en la enseñanza de las matemáticas, también indicaron que:

- a) Se sienten seguro con la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.500)
- b) Participan en talleres de desarrollo profesional (correlación=0.308)
- c) Prefieren el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.336)

Aquellos maestros que contestaron en la premisa 12 del cuestionario que le preocupa no poder responder las preguntas de sus estudiantes, manifestaron que se sienten incómodos con la enseñanza de la solución de problemas verbales (correlación=0.379).

Los maestros que indicaron sentirse seguro con la enseñanza de la solución de problemas también manifestaron:

- a) Participar en talleres de desarrollo profesional (correlación=0.338)
- b) Poseer las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a mis estudiantes de distintas formas (correlación=0.497)
- c) Preferir el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.549)
- d) Relacionar el contenido de la clase con otras materias o con la vida cotidiana (correlación=0.367)
- e) Utilizar el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales (correlación=0.329)

Al mencionar la participación en talleres de desarrollo profesional, los maestros que indicaron estar totalmente de acuerdo o de acuerdo con la premisa también manifestaron:

- a) Poseer las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a sus estudiantes de distintas formas (correlación=0.328)
- b) Preferir el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.309)
- c) Promover el trabajo en equipo entre sus estudiantes (correlación=0.363)

Aquellos maestros que en la premisa 17 del cuestionario indicaron poseer las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a sus estudiantes de distintas formas, también manifestaron preferir el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (correlación=0.327).

Los participantes que indicaron preferir el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas manifestaron que relacionan el contenido de la clase con otras materias o la vida cotidiana (correlación=0.333) y que utilizan el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales (correlación=0.589).

Aquellos maestros que indicaron reconocer la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico también manifestaron utilizar el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales (correlación=0.480).

Los maestros que en la premisa 21 del cuestionario contestaron que relacionan el contenido de la clase con otras materias o la vida cotidiana, indicaron utilizar el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales (correlación=0.484).

Las respuestas de las premisas 7, 22 y 25 no correlacionaron con alguna de las respuestas de las otras premisas. Estas premisas son las siguientes:

- a) Elijo cumplir con el currículo y no profundizo en las destrezas.
- b) Un problema tiene una forma de resolverse.
- c) Valoro el aprendizaje significativo ante la memorización.

### **Resultados por pregunta de investigación**

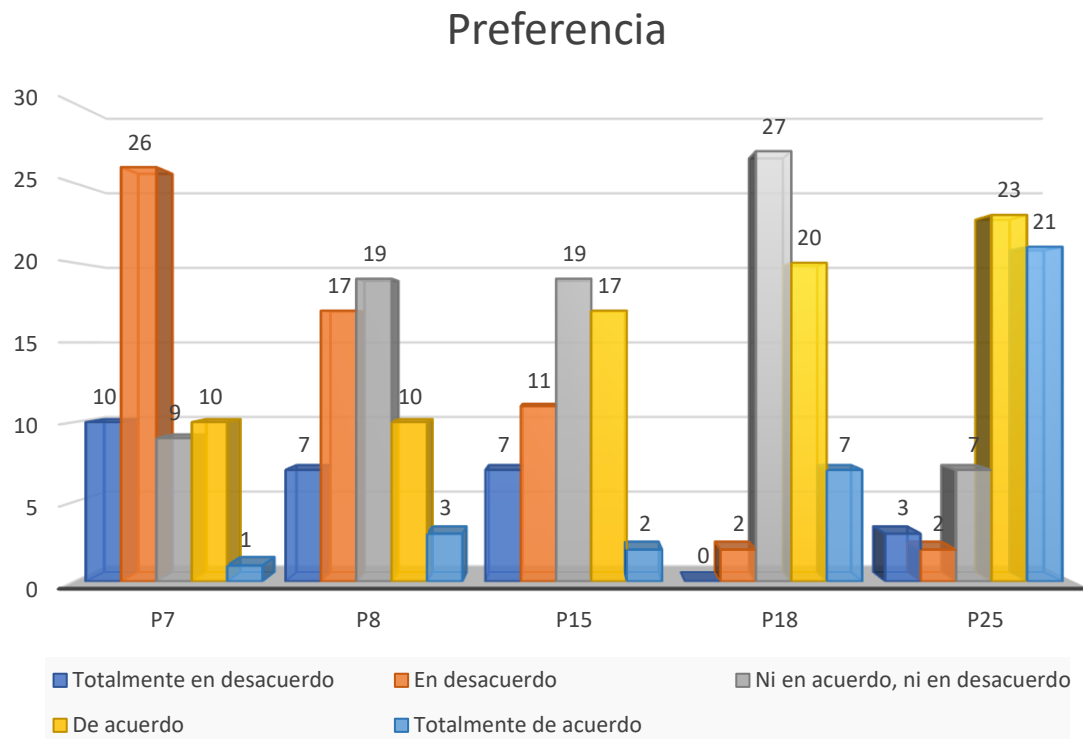
Cada pregunta del cuestionario está relacionada directamente con una de las cinco preguntas de investigación. Las premisas del cuestionario fueron clasificadas en positivas o negativas de acuerdo con el planteamiento realizado en cada una de ellas. Esto se hizo con el propósito de aceptar o rechazar las hipótesis relacionadas con las preguntas de investigación. Los valores relacionados con las premisas negativas se identificaron en color rojo. A continuación, se muestra la asociación entre las premisas del cuestionario y las preguntas de investigación correspondientes.

#### *Pregunta 1*

La primera pregunta de investigación es: ¿Prefieren los maestros de matemáticas de nivel intermedio el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases? La misma está directamente relacionada con las premisas 7, 8, 15, 18 y 25 del cuestionario. A continuación, se muestra un resumen de las respuestas obtenidas en cada una de las premisas y el análisis estadístico para la pregunta relacionada a la “preferencia”.

TABLA 30. Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #1 de la investigación

| Pregunta                                                                                            | Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni en acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo | Media aritmética |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------|------------|-----------------------|------------------|
| Pregunta 7: Elijo cumplir con el currículo y no profundizo en las destrezas (negativa)              | 10                       | 26            | 9                               | 10         | 1                     | 2.393            |
| Pregunta 8: Enseñar matemáticas mediante ejercicios mecánicos es más conveniente (negativa)         | 7                        | 17            | 19                              | 10         | 3                     | 2.732            |
| Pregunta 15: Opto por la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución (negativa)      | 7                        | 11            | 19                              | 17         | 2                     | 2.857            |
| Pregunta 18: Prefiero el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas (positiva) | 0                        | 2             | 27                              | 20         | 7                     | 3.571            |
| Pregunta 25: Valoro el aprendizaje significativo ante la memorización (positiva)                    | 3                        | 2             | 7                               | 23         | 21                    | 3.964            |
| Total                                                                                               | 21                       | 50            | 13                              | 6          | 22                    | 0.446            |



Gráfica XXX: Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre la "preferencia"

TABLA 31. Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #1 de la investigación

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |        |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|--------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean   | Median | S.D. | Min   | Max  |
| h1                                                | -0.446 | 0.000  | 2.95 | -10.0 | 5.00 |

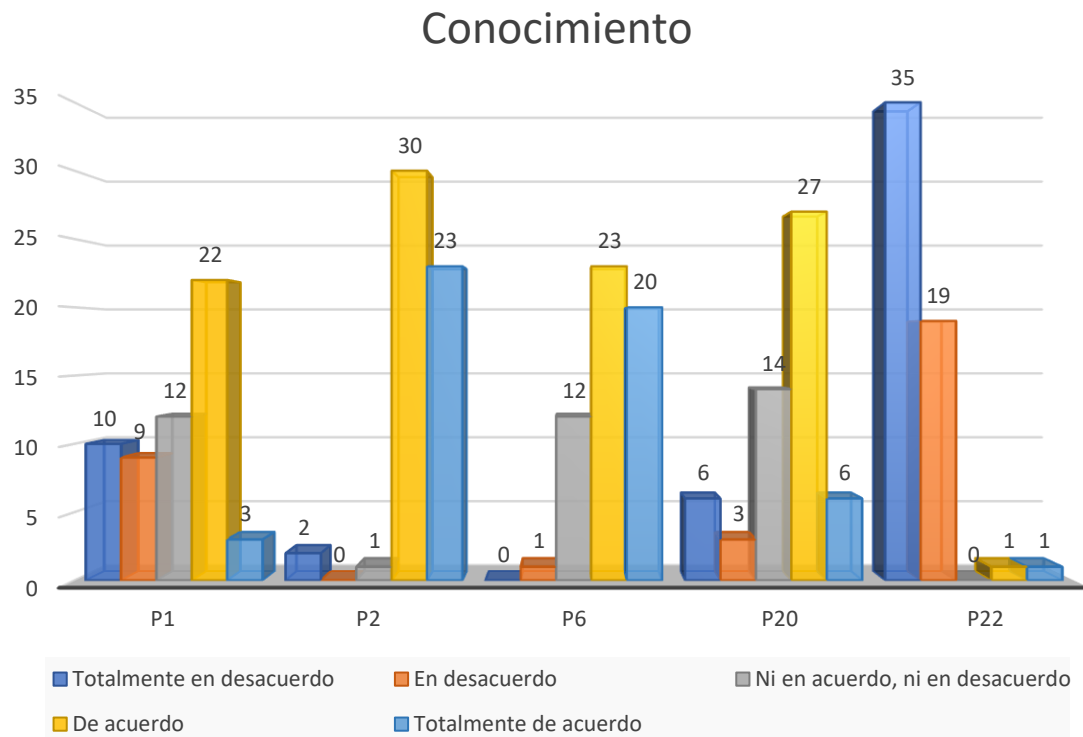
El análisis estadístico para las premisas asociadas con la primera pregunta de investigación nos brinda una media aritmética de -0.446, ya que 3 de las 5 premisas están clasificadas como negativas. También, obtenemos una desviación estándar de 2.95 indicando la variedad existente entre las respuestas a las premisas.

### *Pregunta 2*

La segunda pregunta de investigación es: ¿El conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio lo implementen en la sala de clases? La misma está directamente relacionada con las premisas 1, 2, 6, 20 y 22 del cuestionario. A continuación, se muestra un resumen de las respuestas obtenidas en cada una de las premisas y el análisis estadístico para la pregunta relacionada al “conocimiento”.

TABLA 32. Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #2 de la investigación

| Pregunta                                                                                           | Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni en acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo | Media aritmética |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------|------------|-----------------------|------------------|
| Pregunta 1: Comprendo las etapas o fases del método heurístico (positiva)                          | 10                       | 9             | 12                              | 22         | 3                     | 2.964            |
| Pregunta 2: Conozco la diferencia entre un ejercicio y un problema (positiva)                      | 2                        | 0             | 1                               | 30         | 23                    | 4.286            |
| Pregunta 6: El método heurístico promueve el pensamiento crítico (positiva)                        | 0                        | 1             | 12                              | 23         | 20                    | 4.107            |
| Pregunta 20: Reconozco la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico (positiva) | 6                        | 3             | 14                              | 27         | 6                     | 3.393            |
| Pregunta 22: Un problema tiene una sola forma de resolverse (negativa)                             | 35                       | 19            | 0                               | 1          | 1                     | 1.464            |
| Total                                                                                              | 18                       | 13            | 39                              | 102        | 54                    | 13.286           |



Gráfica XXXI: Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre el "conocimiento"

TABLA 33. Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #2 de la investigación

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min  | Max  |
| h2                                                | 13.3 | 13.0   | 3.11 | 5.00 | 19.0 |

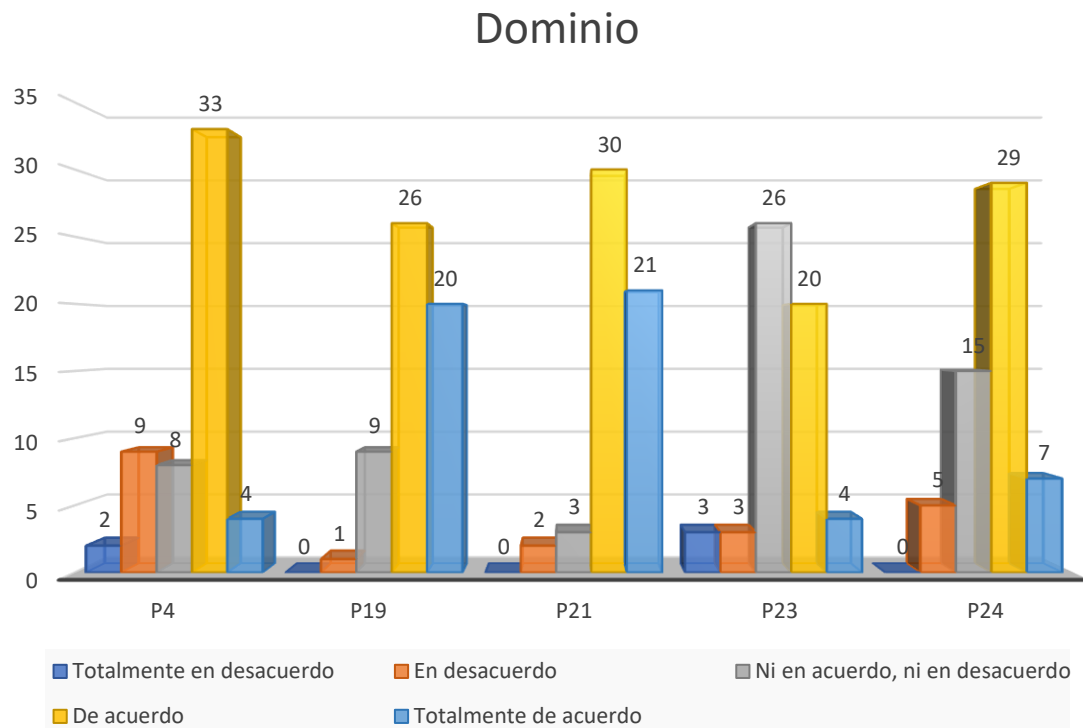
Según los datos obtenidos para la asociación de premisas del cuestionario con la segunda pregunta de investigación, obtenemos un promedio de 13.3 y una desviación estándar de 3.11. Entre las premisas asociadas solamente una es identificada como negativa.

### *Pregunta 3*

La tercera pregunta de investigación es: ¿El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases? La misma está directamente relacionada con las premisas 4, 19, 21, 23 y 24 del cuestionario. A continuación, se muestra un resumen de las respuestas obtenidas en cada una de las premisas y el análisis estadístico para la pregunta relacionada al “dominio”.

TABLA 34. Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #3 de la investigación

| Pregunta                                                                                                  | Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni en acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo | Media aritmética |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------|------------|-----------------------|------------------|
| Pregunta 4: El contenido se centra en la solución de problemas (positiva)                                 | 2                        | 9             | 8                               | 33         | 4                     | 3.482            |
| Pregunta 19: Promuevo el trabajo en equipo entre mis estudiantes (positiva)                               | 0                        | 1             | 9                               | 26         | 20                    | 4.161            |
| Pregunta 21: Relaciono el contenido de la clase con otras materias o la vida cotidiana (positiva)         | 0                        | 2             | 3                               | 30         | 21                    | 4.250            |
| Pregunta 23: Utilizo el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales (positiva) | 3                        | 3             | 26                              | 20         | 4                     | 3.339            |
| Pregunta 24: Utilizo la enseñanza directa en la mayoría de mis clases (negativa)                          | 0                        | 5             | 15                              | 29         | 7                     | 3.679            |
| Total                                                                                                     | 5                        | 15            | 46                              | 109        | 49                    | 11.553           |



Gráfica XXXII: Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre el “dominio de múltiples estrategias”

TABLA 35. Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #3 de la investigación

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min  | Max  |
| h3                                                | 11.6 | 12.0   | 2.24 | 7.00 | 18.0 |

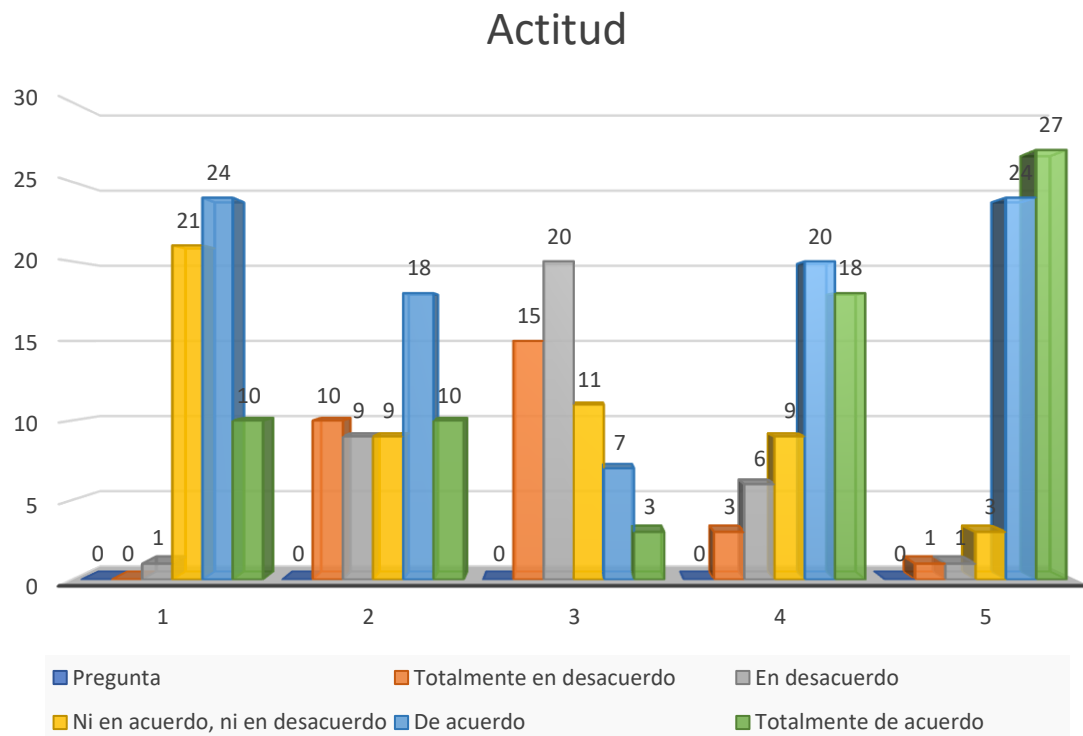
Al asociar las premisas del cuestionario relacionadas con la tercera pregunta de investigación, obtenemos una media aritmética de 11.6 y una desviación estándar de 2.24. al observar la tabla XXXIV, notamos que solo una de las premisas asociadas es negativa.

#### *Pregunta 4*

La cuarta pregunta de investigación es: ¿La actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para su uso en la sala de clases? La misma está directamente relacionada con las premisas 9, 12, 13, 14 y 17 del cuestionario. A continuación, se muestra un resumen de las respuestas obtenidas en cada una de las premisas y el análisis estadístico para la pregunta relacionada a la “actitud”.

TABLA 36. Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #4 de la investigación

| Pregunta                                                                                                                         | Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni en acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo | Media aritmética |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------|------------|-----------------------|------------------|
| Pregunta 9: Entiendo que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas (positiva) | 0                        | 1             | 21                              | 24         | 10                    | 3.768            |
| Pregunta 12: Me preocupa no poder responder las preguntas de los estudiantes (negativa)                                          | 10                       | 9             | 9                               | 18         | 10                    | 3.161            |
| Pregunta 13: Me siento incómodo con la enseñanza de la solución de problemas verbales (negativa)                                 | 15                       | 20            | 11                              | 7          | 3                     | 2.339            |
| Pregunta 14: Me siento seguro con la enseñanza de la solución de problemas (positiva)                                            | 3                        | 6             | 9                               | 20         | 18                    | 3.786            |
| Pregunta 17: Poseo las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a mis estudiantes de distintas formas (positiva)     | 1                        | 1             | 3                               | 24         | 27                    | 4.339            |
| Total                                                                                                                            | 19                       | 28            | 44                              | 75         | 58                    | 6.393            |



Gráfica XXXIII: Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre la "actitud"

TABLA 37. Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #4 de la investigación

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |       |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|-------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min   | Max  |
| h4                                                | 6.39 | 7.00   | 3.55 | -2.00 | 13.0 |

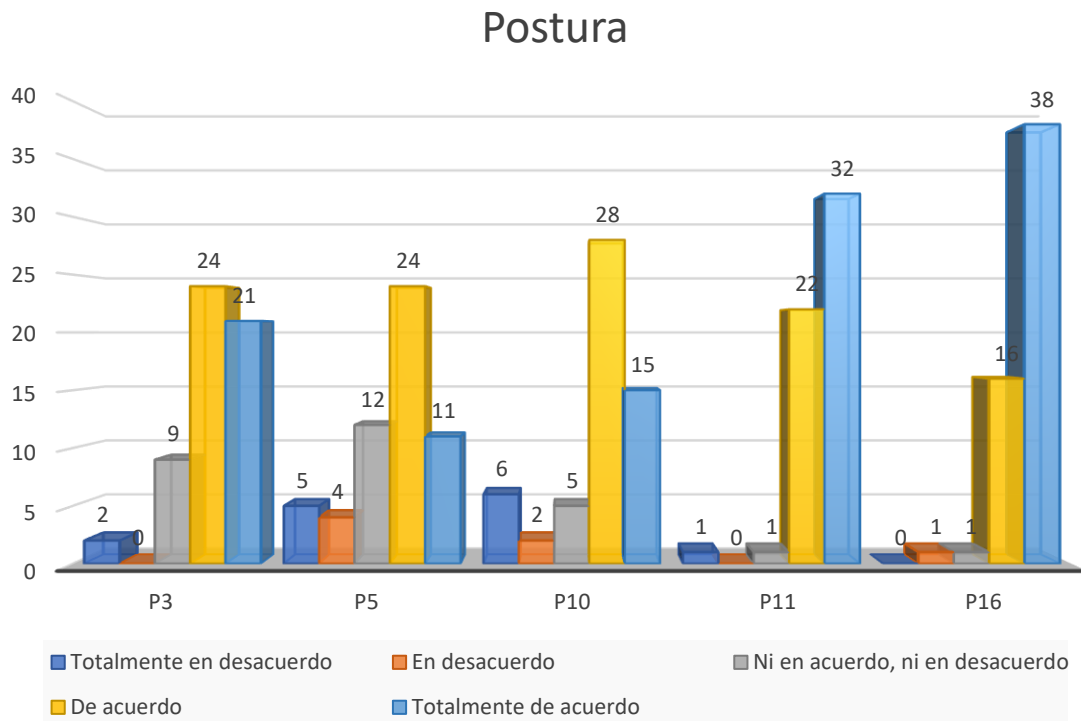
Al analizar las respuestas de las premisas asociadas a la cuarta pregunta de investigación obtenemos una media aritmética de 6.39 y una desviación estándar de 3.55. Además, entre las premisas asociadas dos de ellas se identifican como negativas.

#### *Pregunta 5*

La quinta pregunta de investigación es: ¿La posición del maestro de matemáticas de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases? La misma está directamente relacionada con las premisas 3, 5, 10, 11 y 16 del cuestionario. A continuación, se muestra un resumen de las respuestas obtenidas en cada una de las premisas y el análisis estadístico para la pregunta relacionada a la “postura”.

TABLA 38. Asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #5 de la investigación

| Pregunta                                                                                                       | Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni en acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo | Media aritmética |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------|------------|-----------------------|------------------|
| Pregunta 3: Cumpro con las expectativas del sistema o de la escuela (positiva)                                 | 2                        | 0             | 9                               | 24         | 21                    | 4.107            |
| Pregunta 5: El currículo no provee espacio suficiente para la enseñanza de la solución de problemas (negativa) | 5                        | 4             | 12                              | 24         | 11                    | 3.536            |
| Pregunta 10: Estoy satisfecho con mi desempeño en la sala de clases (positiva)                                 | 6                        | 2             | 5                               | 28         | 15                    | 3.696            |
| Pregunta 11: Los problemas verbales son indispensables en la enseñanza de las matemáticas (positiva)           | 1                        | 0             | 1                               | 22         | 32                    | 4.5              |
| Pregunta 16: Participo en talleres de desarrollo profesional (positiva)                                        | 0                        | 1             | 1                               | 16         | 38                    | 4.625            |
| Total                                                                                                          | 9                        | 3             | 16                              | 90         | 106                   | 13.392           |



Gráfica XXXIV: Resultados de las premisas asociadas con la pregunta de investigación sobre el "postura"

TABLA 39. Estadística descriptiva de la asociación de las premisas del cuestionario con la pregunta #5 de la investigación

| Summary Statistics, using the observations 1 - 56 |      |        |      |      |      |
|---------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|
| Variable                                          | Mean | Median | S.D. | Min  | Max  |
| h5                                                | 13.4 | 13.0   | 2.65 | 7.00 | 20.0 |

Al realizar el análisis estadístico de las premisas del cuestionario relacionadas con la quinta pregunta de investigación, obtenemos una media de 13.4 y una desviación estándar de 2.65. Entre las premisas asociadas con esta pregunta, solo una de ellas está identificada como negativa.

### Correlación entre las preguntas de investigación

Además del análisis estadístico se realizó un estudio correlacional entre las preguntas de investigación. Este es utilizado para identificar la relación entre cada una de las preguntas. Para determinar esta relación, la investigadora estableció un valor mínimo de 0.3. A continuación, se muestra la tabla de correlaciones entre las preguntas de investigación realizada en *Gretl*.

TABLA 40. Tabla de correlaciones entre las preguntas de investigación

| Correlation coefficients, using the observations 1 - 56<br>5% critical value (two-tailed) = 0.2632 for n = 56 |        |        |        |        |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----|
| P1                                                                                                            | P2     | P3     | P4     | P5     |    |
| 1.0000                                                                                                        | 0.0102 | 0.4174 | 0.1193 | 0.2275 | P1 |
|                                                                                                               | 1.0000 | 0.4983 | 0.4616 | 0.2265 | P2 |
|                                                                                                               |        | 1.0000 | 0.3860 | 0.4534 | P3 |
|                                                                                                               |        |        | 1.0000 | 0.4070 | P4 |
|                                                                                                               |        |        |        | 1.0000 | P5 |

Al observar la tabla de correlaciones entre las preguntas de investigación, obtenemos que la pregunta 1 sobre la preferencia de los maestros de matemáticas de nivel intermedio el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas en la sala de clases se relaciona con la pregunta 3 sobre si el dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases (correlación=0.4174). Además, esa pregunta 3 también se relaciona con la pregunta 2 que cuestiona el si el conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemática de nivel intermedio lo implementen en la sala de clases (correlación=0.4983).

Por otra parte, podemos observar cómo los datos obtenidos indican que la pregunta 4 de la investigación sobre si la actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para su uso en la sala de clases, se relaciona con la pregunta 2 de la investigación que cuestiona el si el conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemática de nivel intermedio lo implementen en la sala de clases (correlación=0.4616) y con la pregunta 3 sobre si el dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases (correlación=0.3860).

Por último, podemos ver cómo la pregunta 5 de la investigación que cuestiona si la posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del

sistema o de la escuela son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases se relaciona con la pregunta 3 sobre si el dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases (correlación=0.4534). adicional, la pregunta 5 se relaciona con la pregunta 4 de la investigación sobre si la actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para su uso en la sala de clases (correlación=0.4070).

### Comparación de resultados de las preguntas de investigación

A continuación, se presenta la tabla de comparación de los resultados de las preguntas de investigación realizado en *Gretl*.

Tabla 41. Comparación de los resultados de las preguntas de investigación

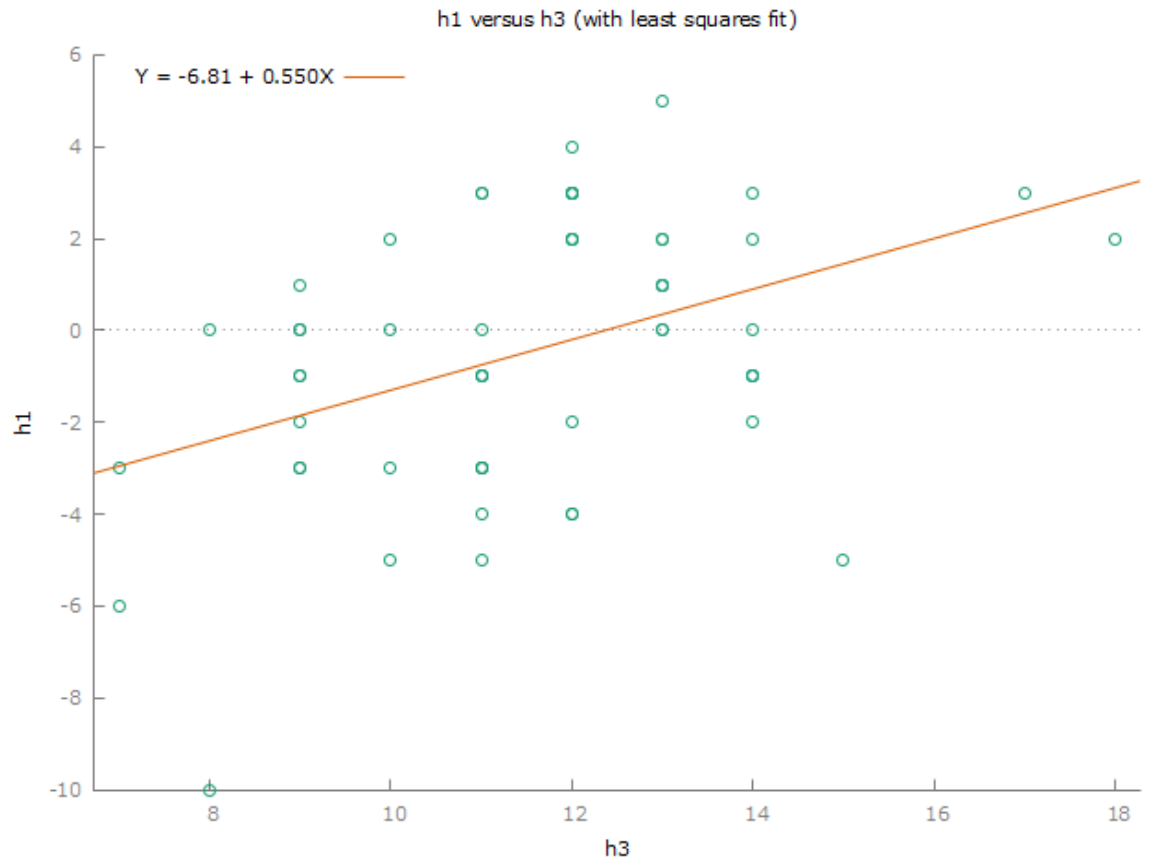
| Model 2: OLS, using observations 1-56<br>Dependent variable: h1 |                    |                    |                |                |     |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|-----|
|                                                                 | <i>Coefficient</i> | <i>Std. Error</i>  | <i>t-ratio</i> | <i>p-value</i> |     |
| const                                                           | -5.75493           | 2.42101            | -2.377         | 0.0212         | **  |
| h3                                                              | 0.691928           | 0.204986           | 3.375          | 0.0014         | *** |
| h4                                                              | 0.0216048          | 0.123442           | 0.1750         | 0.8618         |     |
| h5                                                              | 0.0455145          | 0.161372           | 0.2820         | 0.7790         |     |
| h2                                                              | -0.258430          | 0.143661           | -1.799         | 0.0780         | *   |
| Mean dependent var                                              | -0.446429          | S.D. dependent var |                | 2.953701       |     |
| Sum squared resid                                               | 370.1673           | S.E. of regression |                | 2.694101       |     |
| R-squared                                                       | 0.228560           | Adjusted R-squared |                | 0.168055       |     |
| F(4, 51)                                                        | 3.777530           | P-value(F)         |                | 0.009131       |     |
| Log-likelihood                                                  | -132.3415          | Akaike criterion   |                | 274.6829       |     |
| Schwarz criterion                                               | 284.8097           | Hannan-Quinn       |                | 278.6090       |     |

La pregunta 1 de la investigación que cuestiona la preferencia de los maestros de matemáticas de nivel intermedio entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases se identifica como h1 va a ser la variable dependiente. En la tabla XLI, se presenta la comparación de ésta con el resto de las preguntas. De esta forma, se obtiene que h3 que representa a la pregunta sobre si el dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel empleen el método heurístico en la sala de clases tiene un coeficiente de 0.691 y es la pregunta con mayor significancia.

Al comparar solamente la h1 con la h3 se obtienen los siguientes valores que se presentan en la próxima tabla y gráfica realizadas en *Gretl*.

Tabla 42. Comparación de los resultados de la pregunta #1 y la pregunta #3 de investigación

| Model 3: OLS, using observations 1-56 |                    |                    |                |                |     |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|-----|
| Dependent variable: h1                |                    |                    |                |                |     |
|                                       | <i>Coefficient</i> | <i>Std. Error</i>  | <i>t-ratio</i> | <i>p-value</i> |     |
| const                                 | −6.80624           | 1.91888            | −3.547         | 0.0008         | *** |
| h3                                    | 0.550463           | 0.163104           | 3.375          | 0.0014         | *** |
| Mean dependent var                    | −0.446429          | S.D. dependent var |                | 2.953701       |     |
| Sum squared resid                     | 396.2574           | S.E. of regression |                | 2.708893       |     |
| R-squared                             | 0.174187           | Adjusted R-squared |                | 0.158894       |     |
| F(1, 54)                              | 11.39013           | P-value(F)         |                | 0.001373       |     |
| Log-likelihood                        | −134.2485          | Akaike criterion   |                | 272.4970       |     |
| Schwarz criterion                     | 276.5477           | Hannan-Quinn       |                | 274.0675       |     |



*Gráfica 35: Regresión lineal entre la pregunta #1 y pregunta #3 de investigación*

Al observar la gráfica notamos que, aunque se muestran dispersos los datos se agrupan en forma de elipse y que la regresión lineal es positiva.

## **Capítulo V. Discusión**

En este capítulo se presentan las conclusiones y discusión de los hallazgos de la investigación sobre los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas. Además, se indican las limitaciones metodológicas de estudio, las recomendaciones generales y las recomendaciones para futuras investigaciones.

### **Conclusiones**

Los hallazgos de esta investigación luego de comparar los resultados de las premisas del cuestionario relacionadas a cada una de las preguntas de investigación y de establecer que la primera pregunta de investigación sobre la preferencia de los maestros de matemáticas de nivel intermedio entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales permite concluir lo siguiente:

1. No se puede determinar la preferencia de los maestros de matemáticas de nivel intermedio entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases.
2. El conocimiento de los maestros de matemáticas de nivel intermedio sobre el método heurístico para la solución de problemas no es un factor para emplearlo en la sala de clases.

3. El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas por parte de los maestros de matemáticas de nivel intermedio es un factor para emplear el método heurístico en la sala de clases.
4. La actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico no es un factor para emplearlo en la sala de clases.
5. La posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela no son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases.

## **Discusión**

La solución de problemas (Problem Solving) es una de las principales líneas de investigación educativas relacionadas con la Matemática que se realizan a través de todo el globo terráqueo como estrategia didáctica para el aprendizaje de esta materia (Alfaro y Barrantes, 2008). Sin embargo, se ha observado que la solución de problemas no se integra frecuentemente en la sala de clases (Hernández y Villafañe, 2009). Esta es una de las razones por las que se realizó la investigación para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas.

A continuación, se discute la interpretación de los hallazgos de la investigación, fundamentada en el marco teórico y en el contexto de la revisión de literatura. Esto se realiza para cada una de las preguntas de investigación.

#### *Primera pregunta de investigación*

La primera pregunta de investigación fue ¿Prefieren los maestros de matemáticas de nivel intermedio el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases? El objetivo de esta pregunta era determinar cuál de los dos métodos, si alguno, era preferido por los maestros participantes. Tres de las premisas de relacionadas a esta pregunta de investigación fueron clasificadas como negativas por lo que al analizar los datos se obtiene una media aritmética de -0.446. Al observar los resultados individuales de cada premisa, es interesante las respuestas de la premisa 15 en la que los participantes indican si optan por la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución, en la que aproximadamente una tercera parte está en la escala de totalmente en desacuerdo o en desacuerdo, otra tercera parte ni en acuerdo ni en desacuerdo y el último tercio en acuerdo o totalmente de acuerdo.

Según Hernández y Villafañe (2009) se entiende que la práctica docente se afecta por los factores contextuales como el entorno social, las creencias y expectativas del proceso educativo y la filosofía educativa del sistema. También, de acuerdo con Muñoz León en 2015, podemos incluir la visión, la experiencia, los conocimientos y las concepciones sobre la matemática como elementos que condicionan las estrategias de enseñanza. Los datos obtenidos en la investigación coinciden en que estos factores

pueden intervenir en que los maestros no tengan una posición clara de preferencia entre un método o el otro.

### *Segunda pregunta de investigación*

La segunda pregunta de investigación fue ¿El conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemática de nivel intermedio lo implementen en la sala de clases? El objetivo de esta pregunta era determinar si el conocimiento del método heurístico era un factor para que los participantes lo implementaran en la sala de clases. Al analizar los datos de todas las premisas relacionadas con la segunda pregunta de investigación, obtenemos una media aritmética de 13.3, lo que indica que la mayoría de las contestaciones estaban en la opción “de acuerdo”. Entre las premisas relacionadas con esta pregunta de investigación solamente la que establece que un problema tiene una sola forma de resolverse fue clasificada como negativa y tiene como mayoría en sus respuestas en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Solamente, 2 de los maestros participantes indicaron estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con lo establecido en la premisa.

Según Gaulin (2001), existen tres perspectivas importantes y que se pueden distinguir y apreciar en la enseñanza de la resolución de problemas: (1) enseñar “para” la resolución de problemas, (2) enseñar “sobre” la resolución de problemas y (3) enseñar “a través” de la resolución de problemas. En las primeras dos, se considera la solución de problemas como un objetivo, y en la última como un medio para enseñar o desarrollar otras destrezas. De acuerdo con los datos obtenidos, se coincide en que los maestros

conocen el método heurístico y la enseñanza para y sobre la solución de problemas. Por lo tanto, al observar el análisis de datos se puede concluir que el conocimiento del método heurístico no es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio lo empleen en la sala de clases.

### *Tercera pregunta de investigación*

La tercera pregunta de investigación fue ¿El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases? Al analizar las respuestas de los maestros participantes para las premisas asociadas con la tercera pregunta de investigación, obtenemos un promedio de 11.6, lo que nos sugiere que la mayoría de las respuestas están en la categoría “de acuerdo”. Además, al realizar el análisis de correlaciones entre las preguntas de investigación, obtenemos un coeficiente de correlación de 0.4983 entre la pregunta 1 y la pregunta 3 de investigación. Siendo este el mayor entre todos. Por otra parte, al observar la gráfica de regresión lineal entre ambas preguntas muestra que, aunque los datos están dispersos, éstos se agrupan en forma de elipse y que la recta tiene pendiente positiva.

Para Pérez y Ramírez (2011), es necesario que el maestro conozca las distintas estrategias para la solución de problemas que han sido propuestas por investigadores y expertos en el área. Sin embargo, según Cai y Lester (2010) saber cómo incorporar la solución de problemas significativamente al currículo de matemáticas no es necesariamente obvio para los maestros de esta materia. Estos planteamientos coinciden

con los datos obtenidos en la investigación. De esta forma, podemos concluir que el dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases.

#### *Cuarta pregunta de investigación*

La cuarta pregunta de investigación fue ¿La actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para su uso en la sala de clases? Al analizar las premisas relacionadas con la cuarta pregunta de investigación, notamos que dos de ellas fueron clasificadas como negativas de acuerdo con lo que establecen. Sin embargo, al analizar las respuestas en conjunto es evidente que los maestros participantes entienden que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas, se sienten seguros con la enseñanza de la solución de problemas y entienden que poseen las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a sus estudiantes de distintas formas. Es interesante observar que las opiniones estuvieron divididas en cuanto a la preocupación de no poder responder las preguntas de los estudiantes.

Sin embargo, la indecisión entre un método u otro y el sentido de incomodidad en la enseñanza de problemas verbales puede justificarse pues según Fonseca Castro (2009), la formación inicial y permanente de los maestros de matemática carece de elementos y experiencias que integren los conocimientos matemáticos y pedagógicos. Báez, Cantú y Gómez (2007), mencionan que las creencias de los maestros se originan durante sus años

de estudiante, se moldean en sus primeras prácticas docentes y se fortalecen con la experiencia. De esta forma se puede concluir que la actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico no es un factor para su uso en la sala de clases.

#### *Quinta pregunta de investigación*

La quinta pregunta de investigación fue ¿La posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases? Al analizar los resultados estadísticos para las premisas asociadas a la quinta pregunta de investigación, obtenemos una media aritmética de 13.4 lo que indica que la mayoría de las respuestas están en las opciones “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo. De acuerdo con estas respuestas, los docentes participantes entienden que (1) cumplen con las expectativas del sistema o de la escuela en la que trabajan, (2) piensan que el currículo no provee espacio suficiente para la enseñanza de la solución de problemas, (3) están satisfechos con su desempeño en la sala de clases, (4) entienden que los problemas verbales son indispensables para la enseñanza de las matemáticas y (5) participan en talleres de desarrollo profesional.

Akgun (2014) recomienda a los docentes que participen de actividades orientadas a estrategias de solución de problemas, para que aprendan a utilizar, y por ende a enseñar, el aprendizaje por error, la simulación, la búsqueda de patrones y el uso de distintas estrategias para hallar la solución de un problema. Dados los resultados de esta

investigación los maestros participan de este tipo de actividades. Por lo tanto, podemos concluir que la posición del maestro de matemáticas de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela no son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases.

Para concluir, varios estudios han enfatizado las ventajas del método heurístico para la solución de problemas para el desarrollo matemático de los estudiantes. En el estudio realizado por Cruz (2006) sobre la enseñanza de las matemáticas a través de la solución de problemas, se establece que las ventajas del método heurístico para la solución de problemas sobre la enseñanza tradicional no se evidencian a corto plazo. Para Alsina (2012), es importante que el docente sea capaz de: tomar conciencia sobre su práctica en la sala de clases, reflexionar sobre ésta y determinar distintas formas de presentarle la solución de problemas en la sala de clases. Sin embargo, según Gaulin (2001), la gente está de acuerdo en que la solución de problemas es una buena actividad desde la perspectiva teórica, pero aún falta para que se implemente eficientemente.

### **Limitaciones del estudio**

La investigación sobre los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas presentó las siguientes limitaciones:

1. La muestra del estudio se delimitó a maestros del nivel intermedio de enseñanza, activos en una escuela en Puerto Rico y con acceso y conocimiento tecnológico para colaborar en la investigación.
2. Los resultados de la investigación no deben ser generalizados a maestros de nivel intermedio, maestros de matemáticas con preparación en educación secundaria, ni a maestros pertenecientes a sistema educativo público o privado en Puerto Rico.

### **Recomendaciones generales**

Esta investigación puede servir de inspiración para futuros estudios cuantitativos o cualitativos en los que se persiga identificar factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas.

Las recomendaciones de la investigadora basadas en los hallazgos del estudio son las siguientes:

1. Utilizar los hallazgos de este estudio para promover el adiestramiento en las estrategias de solución de problemas a maestros activos en los distintos sistemas educativos de Puerto Rico.
2. Distribución de la “*Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico*” redactada por la investigadora.
3. Divulgar los hallazgos de esta investigación con instituciones de Educación Superior con Programa de Preparación de Maestros para que se incluya el tema en los cursos de educación y matemáticas pertinentes.

### **Recomendaciones para futuras investigaciones**

1. Realizar un estudio cualitativo considerando la entrevista como instrumento.
2. Realizar un estudio comparativo sobre la efectividad de la solución de problemas utilizando el método algoritmo versus el método heurístico.
3. Efectuar un estudio sobre la resolución de problemas verbales en las pruebas estandarizadas y la ejecución de los estudiantes en éstas.
4. Realizar un estudio para identificar y analizar los tipos de tareas que utilizan los maestros de matemáticas en sus clases y en la enseñanza de la solución de problemas verbales.

## Referencias

- Akgun, L. (2014). Pre-service Elementary Mathematics Teachers' Problem Solving Strategies. *International Journal of Academic Research*, Vol. 6, No. 2, pp. 178-185.
- Alfaro, C. (2006). Las ideas de Pólya en la resolución de problemas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, Año 1, No. 1, pp. 1-13.
- Alfaro, C., Barrantes, H. (2008). ¿Qué es un problema matemático? Percepciones en la enseñanza media costarricense. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, Año 3, No. 4, pp. 83-98.
- Alfaro, C., Chavarría, J. (s.f). *Resolución de problemas según Polya y Schoenfeld*. Recuperado el 30 de noviembre de 2014, CIEMAC  
<http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/memorias/4toCIEMAC/Ponencias/Resoluciondeproblemas.pdf>
- Alonso, I., Gorina, A., Santiesteban, Y. (2012). El proceso de formación del valor de la perseverancia en la resolución de problemas matemáticos. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*. Vol. III, No. 4, pp. 69-81.
- Alsina, A. (2012). Proceso de transformación de las concepciones del profesorado sobre la resolución de problemas matemáticos. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, No. 30.3, pp. 71-88.
- Báez, M. A. S., Cantú, C. A., Gómez, K. M., (2007). Un estudio cualitativo sobre las prácticas docentes en las aulas de matemáticas en el nivel medio. Mérida, Yucatán: México: Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Matemáticas.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*. 59, 389-407.
- Barrantes, H. (2006). Resolución de Problemas: El trabajo de Allan Schoenfeld. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 1 - 9.
- Bosch, M., Gascón, J. (2009). Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico a la formación del profesorado de matemáticas de secundaria. En M.J. González, M.T. González & J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 89-113). Santander: SEIEM.
- Cai, J., Lester, F. (2010). *Why Is Teaching with Problem Solving Important to Student Learning?* National Council of Teachers of Mathematics.

- Calugah, L. (2016). Divergence os Scientific Heuristic Method and Direct Algebraic Instruction. *Journal of Education and Practice*, 7(3), 131-135.  
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1089794>
- Campi Mayorga, I., Campi Mayorga, J., De Lucas Coloma, L. (2015). El método heurístico como recurso en la resolución de problemas en la educación. *UNIANDES EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Vol. 2, No. 3, pp. 236-241.
- Contreras, L.C. (2001). *Un estudio cualitativo de corte interpretativo en el ámbito del pensamiento del profesor de secundaria*. Quinto Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática. Almería: Universidad de Huelva.
- Coronado-Hijón, A. (2014). Estudio de prevalencia de dificultades de aprendizaje en el cálculo aritmético. *Sociedad Española de Pedagogía*. Bordón 66 (3), pp. 39-59.
- Corral, N., Carleos, C., Blanco, A., García, I., Ramos, A.B. (2014). *El aprendizaje de matemáticas y la resolución de problemas*. Pisa 2012. Informe español.
- Cruz, M. (2006). *La enseñanza de la Matemática a través de la Resolución de Problemas*. Tomo 1. La Habana: Educación Cubana.
- Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 19, No. 2, 221-266.
- Davis, B. & Renert, M. (2014). *The Math Teachers Know: Profound Understanding of Emergent Mathematics*. New York, NY: Routledge.
- Del Valle, M., Curotto, M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 7, No. 2, pp. 463-479.
- Departamento de Educación. (2003). *Proyecto de Renovación Curricular: Fundamentos Teóricos y Metodológicos*. San Juan, P.R.: Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular.
- Departamento de Educación. (2014). *Estándares de Contenido y Expectativas de Grado*. San Juan, P.R.: Programa de Matemáticas.
- Departamento de Educación. (2016). *Marco Curricular: Programa de Matemáticas*. San Juan, P.R.: Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular.

- Díaz, J.A., Díaz, R. (2016). *Los Métodos de Resolución de Problemas y el Desarrollo del Pensamiento Matemático*. Consultado el 15 de febrero de 2020, SciELO [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-636X2018000100057&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2018000100057&lng=es&tlng=es)
- Esquith, R. (2007). *Teach Like Your Hair's On Fire: The Methods and Madness Inside Room 56*. Ontario, Canada: Penguin Group, Inc.
- Etkina, E. (2013). Conocimiento pedagógico de contenido y formación de profesores de secundaria. *Miradas contemporáneas en educación*, pp. 69-88.
- Fonseca Castro, J. L. (2009). Conocimiento pedagógico del contenido en la formación de docentes de matemática. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, Año 4, No. 5. pp. 11-27.
- Gaulin, C. (2001). Tendencias actuales de la resolución de problemas. *SIGMA*, No. 19, pp. 51-63.
- Hernández, O., Villafañe, W. (2009). Creencias de los candidatos a maestros sobre la solución de problemas en matemáticas. *Cuaderno de Investigación en la Educación*, No. 24, pp. 165-181.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, L. (2006). Metodología de la investigación. 4ta ed. México: McGraw Hill.
- Jacobbe, T., Millman, R.S. (2010). Mathematical Habits of the Mind for Preservice Teachers. *School Science and Mathematics*, Vol. 109(5), pp. 298-302.
- Juidías, J., Rodríguez, I. (2007). Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de Educación*, 342, pp. 257-286.
- Leal Castro, A. (2014). El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC): una herramienta que contribuye en la configuración de la identidad profesional del profesor. *Magistro*, 8(15), pp. 89-110.
- Llanos, L. (2013). *Eficacia en la solución de problemas verbales de matemáticas en estudiantes de fundamentos de álgebra de una institución privada de educación superior en Puerto Rico, cuando son expuestos a actividades de enseñanza del método heurístico y la conferencia expositiva* (Disertación Doctoral. Universidad Interamericana de Puerto Rico. Recinto de San Germán, San Germán, Puerto Rico).
- Mankiewicz, R. (2005). *Historia de las matemáticas: Del cálculo al caos*. 1era ed. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.

- Marino, T., Rodríguez, M. (2009). Un estudio exploratorio sobre heurísticas en estudiantes de un curso de matemática de nivel pre-universitario. *Paradigma*, Vol. XXX, No. 2, pp. 159-178.
- Martínez, A., Rosquete, D. (2009). NASPI: una notación algorítmica estándar para programación imperativa Télématique, Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín Zulia, Venezuela vol. 8, núm. 3, pp. 55-74
- Morales, H. (2013). La teoría antropológica de la didáctica de Chevallard como sustento teórico para analizar el saber didáctico y matemático en la formación de profesores en la Universidad Católica de Concepción. *VII CIBEM*.
- Muñoz León, J.J. (2015). *Enseñanza basada en resolución de problemas: distancia entre conocimiento teórico y saber común*. (Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, España).
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Nieves, S. (2013). *El aprovechamiento en la solución de problemas verbales de matemáticas de estudiantes de escuela intermedia de la Región Educativa de Mayagüez según el género, al ser expuestos a estrategias del método heurístico de aprendizaje*. (Disertación doctoral, Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán, San Germán, Puerto Rico).
- Otero, M.R., Fanaro, M., Corica, M. R., Llanos, V.C., Sureda, P. y Parra, V. (2013). *La teoría antropológica de lo didáctico en el aula de matemática*. Buenos Aires: Editorial Dunken.
- Oyinyechi, S. (2013). Effect of Pólya George's Problem Solving Model on Students' Achievement and Retention in Algebra. *Journal of Educational and Social Research*, Vol. 3, No. 6, pp. 41-48.
- Peña, A. (2017). *La aplicación de estrategias heurísticas en la solución de problemas de ecuaciones algebraicas en estudiantes de una institución educativa post secundaria del área sur de Puerto Rico*. (Disertación doctoral, Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico, Recinto de Ponce, Ponce, Puerto Rico).
- Peña- Sureda, A., Colón-Ortiz, A, Ramos-Rullán, I. (2021). Aplicación de estrategias heurísticas en la solución de problemas que se modelan mediante ecuaciones algebraicas en estudiantes de una institución educativa. *RECIE: Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 5(2), 144-158.

- Pérez, Y., Ramírez, R. (2011). Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Fundamentos teóricos y metodológicos. *Revista de Investigación*, Vol. 35, No. 73, pp. 169-194.
- Pérez, Y., Beltrán, C. (2009). Las estrategias heurísticas en la solución de problemas matemáticos. *EduSol*, Vol. 9, No. 6, pp. 107-116.
- Pólya, G. (1945). *How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. 2nd ed. Garden City, NY: Doubleday Anchor Books.
- Pólya, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. 15ta ed. México: Editorial Trillas.
- Prado Durán, W. (2018). Heurísticos: una herramienta de razonamiento en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. *Conocimiento Educativo*, Vol. 5, pp. 29-40.
- Rodríguez, E., Bosch, M., Gascón, J. (2007). An Antropological Approach to Metacognition: The “Study and Research Courses”. CERME 5, pp. 1798-1807.
- Ruiz Olarría, A., Sierra, T. (2011). La formación matemático-didáctica del profesorado de secundaria. Bosch, M., Gascón, J., Ruíz Olarría, A., Artaud, M., Chevallard, Y., Cirade, G. Ladage, C. & Larguier, M. (Eds.), *III Congreso Internacional sobre la TAD (Sant Hilari Sacalm, 25-29 enero 2010)*. vol. 10, pp. 465-483. Bellaterra (Barcelona): Centre de Recerca Matemàtica.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Berkeley, California: Academic Press, Inc.
- Schoenfeld, A.H. (2007). Problem solving in the United States, 1970-2008: research and theory, practice and politics. *ZDM Mathematics Education*, 39, pp. 537-551.
- Shulman, L. (1986). Those Who Understands: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, Vol.15, No. 2, pp. 4-14.
- Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma. *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado*, 9, 2.
- Talanquer, V. (2014). Razonamiento Pedagógico Específico sobre el Contenido (RPEC). *Educación Química*, pp.391-397.
- Trigo, V. (s.f). Algoritmos. *Autores científico-técnicos y académicos*. pp.43-50. Recuperado de <https://www.acta.es/medios/articulos/matematicas/035041.pdf>

- Trigueros, M., Bosch, M., Gascón, J. (2011). Tres modalidades de diálogo entre APOS y TAD. Bosch, M., Gascón, J., Ruíz Olarría, A., Artaud, M., Chevallard, Y., Cirade, G. Ladage, C. & Larguier, M. (Eds.), *III Congreso Internacional sobre la TAD (Sant Hilari Sacalm, 25-29 enero 2010)*. vol. 10, pp. 77-116. Bellaterra (Barcelona): Centre de Recerca Matemàtica.
- Vidal, T. (2019). *Efecto de la estrategia heurística de Pólya (1957) y del modelo de instrucción directa (Joyce, Weil y Calhoun, 2012) en el aprovechamiento académico en la solución de problemas verbales sobre ecuaciones lineales en estudiantes de undécimo grado en una escuela privada* (Disertación doctoral, Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán, San Germán, Puerto Rico).

## **Apéndices**

## Apéndice A.

### Carta de aprobación *Institutional Review Board*



DATE: October 26, 2021

TO: Joane De Jesus, EdD

FROM: IAUPR Institutional Review Board

PROJECT TITLE: [1564511-1] Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas

REFERENCE #: SG PHD ED

SUBMISSION TYPE: New Project

ACTION: APPROVED

APPROVAL DATE: October 26, 2021

EXPIRATION DATE: October 26, 2022

REVIEW TYPE: Full Committee Review

REVIEW CATEGORY: Expedited review category # [enter category, or delete line]

This letter is to inform you that the IAUPR Institutional Review Board has **APPROVED** your submission. This approval is based on an appropriate risk/benefit ratio and a project design wherein the risks have been minimized. All research must be conducted in accordance with this approved submission.

This submission has received Full Committee Review based on the applicable federal regulation.

The following conditions must be taken into account:

1. Remember that informed consent is a process beginning with a description of the project and insurance of participant understanding followed by a signed consent form. Informed consent must continue throughout the project via a dialogue between the researcher and research participant. **Federal regulations require that each participant receives a copy of the consent document.**
2. Please note that any revisions to previously approved materials must be approved by the IAUPR IRB prior to initiation and human subject's inclusion. Please use the appropriate revision forms for this procedure.\*
3. All UNANTICIPATED PROBLEMS involving risks to subjects or SERIOUS and UNEXPECTED adverse events must be reported promptly to this office. Please use the appropriate reporting forms for this procedure. If applicable, all FDA as well as, sponsor reporting requirements should also be followed.
4. All NON-COMPLIANCE issues or COMPLAINTS regarding this project must be reported promptly to this office.\*



5. The researcher must submit a report of findings within 30 days after the expiration day of the IRB approval if no continuing review is been requested to further continue the protocol.\*
6. This project has been determined to be a MINIMAL RISK project. Based on the risks, this project requires continuing review by this committee on an annual basis. Please use the appropriate forms for this procedure. Your documentation for continuing review must be received with sufficient time for review and continued approval before the expiration date of October 26, 2022.
7. Please note that all research records must be retained for a minimum of three years after the completion of the project.\*

If you have any questions, please contact the IAUPR Institutional Review Board at 787-766-1912 exts. 2432 or [iri@inter.edu](mailto:iri@inter.edu). Please include your project title and reference number in all correspondence with this committee.

**Important notices (Spanish):**

**Revisiones o modificaciones a todo documento o material previamente autorizado por la JRI deberá ser sometido a la Junta para revisión y autorización previo a incluir sujetos humanos o aplicar los procesos a los sujetos humanos.**

**Cualquier evento adverso o problemas no anticipados deberán ser reportados a la JRI con prontitud.**

**Será responsabilidad del investigador someter un reporte final de hallazgos dentro de 30 días luego de la fecha de expiración de la autorización del protocolo si no se ha solicitado una revisión de continuación del protocolo a la JRI.**

**Deberá mantener en archivo todos los documentos relacionados por un periodo de tres años luego de la fecha de expiración del protocolo.**

This letter has been electronically signed in accordance with all applicable regulations, and a copy is retained within Inter American University of Puerto Rico's Institutional Review Board records.

## Apéndice B.

### Documento de consentimiento para participantes



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

#### DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPANTES

##### Título de la Investigación:

“Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas.”

##### Nombre del Investigador:

Joane Marie De Jesús Dátiz

##### I. Propósito de la Investigación

El propósito de la investigación cuantitativa para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas es entender las condiciones bajo las cuáles el docente estará en capacidad de utilizar las estrategias para guiar su enseñanza hacia la solución de problemas.

En el estudio participarán maestros de Matemática del nivel intermedio activos en alguna escuela de Puerto Rico. Además, es importante que el maestro o la maestra tenga acceso y conocimiento tecnológico para participar de la investigación.

##### II. Procedimientos

En la investigación se utilizará el cuestionario *“Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas”* como instrumento. Este cuestionario, creado por la investigadora, tiene como propósito que los participantes respondan a premisas sobre lo que conoce y su práctica en la sala de clases. Las preguntas serán sobre cuán confiados y seguros se sienten los docentes al resolver problemas verbales matemáticos, cómo esta confianza y seguridad influyen al momento de enseñarle esta destreza a sus estudiantes, con cuánta frecuencia utilizan esta estrategia de enseñanza, entre otras. Al finalizar el cuestionario, cada participante tendrá acceso a la *“Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico”*, la cual le



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

brinda información y ejemplos de la solución de problemas utilizando el método heurístico. El tiempo aproximado de la participación es una hora.

### **III. Riesgos**

Esta investigación representa riesgo mínimo o nulo para los maestros participantes.

### **IV. Beneficios**

Entre los beneficios pedagógicos de la enseñanza basada en problemas podemos destacar: (1) la valorización de las matemáticas, (2) mejor ejecución en las pruebas estandarizadas y (3) el desarrollo de destrezas de análisis y pensamiento crítico. Además, el maestro podrá reconocer si los métodos y estrategias que está utilizando son los adecuados para la enseñanza de la solución de problemas verbales de matemática.

Los participantes, de así desearlo, pueden comunicarse con la investigadora mediante correo electrónico, llamada o mensaje de texto para recibir copia de los resultados de la investigación.

### **V. Cláusula de Confidencialidad**

El formulario realizado en *Microsoft Forms* está configurado para no solicitar y/o guardar cualquier información personal o correo electrónico del participante. Sin embargo, debido a que la investigación se realizará utilizando una plataforma virtual su información privada no está segura al 100%. Todo documento digital se guardará en la nube por un periodo de hasta 3 años y luego de ese periodo de tiempo serán eliminados.

### **VI. Compensación**

Los participantes no recibirán remuneración económica o de alguna otra índole.

### **VII. Voluntariedad**

La participación en la investigación es libre y voluntaria. Los participantes pueden abandonar la investigación en cualquier momento sin represalias ni proveer explicaciones adicionales.

### **VIII. Responsabilidades del Participante**

Acepto participar voluntariamente en esta investigación. Entiendo que mis responsabilidades como participante son:

1. Contestar el cuestionario contenido en el formulario en *Microsoft Forms* (Enlace: <https://tinyurl.com/yxqaonyk>)
2. Tener acceso y conocimiento tecnológico para participar en la investigación virtual.



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

### IX. Aceptación del Participante

Certifico que he leído este documento en el que se me explica los procedimientos y condiciones para participar en esta investigación y acepto participar voluntariamente en la misma.

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Testigo (Opcional)

\_\_\_\_\_  
Fecha

De tener alguna duda o pregunta con relación a esta investigación o sus derechos como participante puede comunicarse con:

IAUPR Institutional Review Board  
PO BOX 363255 SAN JUAN PR 00936-3255  
787-766-1912 ext. 2213

De surgir alguna otra duda o pregunta puede comunicarse con el investigador en:

Teléfono y correo electrónico del Investigador  
787-546-3279  
jdej5992@intersg.edu

Teléfono y correo electrónico del Director de Tesis  
787-448-0642  
alecompte@intersg.edu

[NOTE: A copy of the signed consent document must be provided to the subject He/She requires it.]



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

## Apéndice C.

### Carta de colaboración



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

7 de marzo de 2021

Administración "Educamos":

Reciba un cordial saludo. Mi nombre es Joane M. De Jesús Dátiz y soy estudiante doctoral en Educación Matemática de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán. Actualmente, estoy completando mi disertación doctoral por lo que solicito su colaboración y apoyo para completar la investigación. Mi Comité de Disertación está presidido por el Dr. Álvaro Lecompte Montes.

Por este medio, solicito su ayuda para publicar un anuncio en las redes sociales de su organización para invitar a los maestros de matemáticas de nivel intermedio de Puerto Rico a participar de la investigación sobre los *"Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas"*. La investigación corresponde a actitudes y preferencias personales del maestro de matemáticas y no involucra su lugar de trabajo. Una vez culmine la investigación, los resultados en forma estadística estarán disponibles a toda persona interesada.

El anuncio incluirá un enlace a un formulario digital que cada maestro interesado completará para participar. Solamente la investigadora tendrá acceso a los datos recopilados en esta modalidad.

De necesitar información adicional, puede comunicarse conmigo mediante correo electrónico [jdej5992@intersg.edu](mailto:jdej5992@intersg.edu) o llamada telefónica al 787-546-3279. Favor completar el documento adjunto respondiendo a la invitación de colaboración. Agradezco su cooperación y pronta respuesta sobre mi solicitud.

Cordialmente,

Joane M. De Jesús Dátiz  
Estudiante Doctoral

Dr. Álvaro Lecompte Montes  
Presidente Comité de Disertación

## Apéndice D.

### Formato de acuerdo de colaboración



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

#### ACUERDO DE COLABORACIÓN

Por la presente yo, \_\_\_\_\_ en calidad de

\_\_\_\_\_  
de (escuela u organización) \_\_\_\_\_.

Certifico que estamos dispuestos a colaborar con la publicación del anuncio solicitado en las redes sociales de nuestra organización sobre la investigación sobre los "*Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas*", que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## Apéndice E.

### Acuerdo de colaboración 1



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

#### ACUERDO DE COLABORACIÓN

Por la presente yo, Eva L. Ayala Reyes en calidad de  
Portavoz  
de (escuela u organización) EDUCAMOS

Certifico que estamos dispuestos a colaborar con la publicación del anuncio solicitado en las redes sociales de nuestra organización sobre la investigación sobre los "*Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas*", que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma: Eva L. Ayala Reyes Fecha: 8-marzo-2021



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

## Apéndice F.

### Acuerdo de colaboración 2



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

#### ACUERDO DE COLABORACIÓN

Por la presente yo, Dr. Héctor J Corraliza Montero Ed.D, en calidad de  
Director/Administrador,  
de (escuela u organización) la página Maestro de Matemáticas de Puerto Rico.

Certifico que estamos dispuestos a colaborar con la publicación del anuncio solicitado en las redes sociales de nuestra organización sobre la investigación sobre los "*Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas*", que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma:

Fecha: 6 de marzo de 2021



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

## Apéndice G.

### Acuerdo de colaboración 3



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

#### ACUERDO DE COLABORACIÓN

Por la presente yo, Yamilet Lugo Ortiz, en calidad de administradora, de (escuela u organización) Matemáticas Región Mayagüez.

Certifico que estamos dispuestos a colaborar con la publicación del anuncio solicitado en las redes sociales de nuestra organización sobre la investigación sobre los "*Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas*", que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma: 

Fecha: 3 de marzo de 2021



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

## Apéndice H.

### Documentos para el panel de expertos



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

11 de enero de 2021

Dr. Carlos Martínez:

Reciba un cordial saludo. Muy respetuosamente, le invitamos a formar parte del Comité de Expertos, para revisar y validar los instrumentos diseñados por la estudiante, **Joane M. De Jesús Dátiz**, para ser utilizados en su investigación doctoral *“Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas”*.

El Comité de Expertos es seleccionado considerando los criterios de preparación académica, la experiencia, conocimiento e interés y compromiso con las investigaciones que tengan como propósito mejorar la calidad de la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes doctorales. Entendemos que su aportación, al revisar y analizar los instrumentos, será muy valiosa y necesaria para garantizar la calidad de la investigación.

Incluimos los objetivos, las preguntas de investigación y otra información que entendemos pertinente y necesaria para facilitar su evaluación. Por último, se adjunta una forma, la cual le invitamos a firmar validando los instrumentos de la investigación y una autorización para incluir un agradecimiento por su colaboración en el documento final de disertación.

Agradeceremos envíe su evaluación de los instrumentos y las respectivas formas al Dr. Álvaro Lecompte Montes (alvarolecompte@cs.com) y Joane M. De Jesús Dátiz (joanemarie28@hotmail.com), no más tardar del 18 de enero del año en curso. Gracias por su valiosa aportación a esta disertación.

Cordialmente,

Dr. Álvaro Lecompte Montes- Presidente del Comité de Disertación

Dra. Aurora Graniela Rodríguez- Miembro del Comité de Disertación

Dr. Rafael Martínez Planell- Miembro del Comité de Disertación

### **Problema de investigación**

En esta propuesta de investigación con diseño cuantitativo no experimental para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas, se pretende buscar los factores que influyen en los métodos de enseñanza utilizados por los maestros de matemática de nivel intermedio (sexto a octavo grado) y basándose en ellos realizar recomendaciones para mejorar, de ser necesario, la enseñanza de la solución de problemas verbales de matemáticas en sus salas de clases.

### **Objetivos de la investigación**

1. Determinar si los maestros de matemáticas de nivel intermedio prefieren el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases.
2. Determinar si el conocimiento de los maestros de matemática de nivel intermedio sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para emplearlo en la sala de clases.
3. Determinar si el dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas por parte de los maestros de matemática de nivel intermedio es un factor para emplear el método heurístico en la sala de clases.
4. Determinar si la postura del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para emplearlo en la sala de clases.
5. Determinar si la posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y si su clase cumple con las expectativas del sistema o de la escuela es un factor para el emplear el método heurístico en la sala de clases.

### **Preguntas derivadas del problema de investigación:**

1. ¿Prefieren los maestros de matemáticas de nivel intermedio el método algorítmico o el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases?
2. ¿El conocimiento sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemática de nivel intermedio lo implementen en la sala de clases?
3. ¿El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas es un factor para que los maestros de matemáticas de nivel intermedio empleen el método heurístico en la sala de clases?
4. ¿La actitud del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a las diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para su uso en la sala de clases?

5. ¿La posición del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y su esfuerzo para que la clase cumpla con las expectativas del sistema o de la escuela son factores para el uso del método heurístico en la sala de clases?

### Hipótesis de investigación

#### *Hipótesis alternas*

1. Los maestros de matemáticas de nivel intermedio prefieren el método heurístico para la solución de problemas verbales en la sala de clases.
2. El conocimiento de los maestros de matemática de nivel intermedio sobre el método heurístico para la solución de problemas es un factor para emplearlo en la sala de clases.
3. El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas por parte de los maestros de matemática de nivel intermedio es un factor para emplear el método heurístico en la sala de clases.
4. La postura del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a la diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico es un factor para emplearlo en la sala de clases.
5. El entendimiento del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y si su clase cumple con las expectativas del sistema o de la escuela es un factor para el emplear el método heurístico en la sala de clases.

#### *Hipótesis nula*

1. Los maestros de matemáticas de nivel intermedio prefieren el método algorítmico para la solución de problemas verbales en la sala de clases.
2. El conocimiento de los maestros de matemática de nivel intermedio sobre el método heurístico para la solución de problemas no es un factor para emplearlo en la sala de clases.
3. El dominio de múltiples estrategias para la enseñanza basada en la solución de problemas por parte de los maestros de matemática de nivel intermedio no es un factor para emplear el método heurístico en la sala de clases.
4. La postura del maestro de matemática de nivel intermedio respecto a la diferencias, ventajas y obstáculos a resolver cuando utiliza el método heurístico no es un factor para emplearlo en la sala de clases.
5. El entendimiento del maestro de matemática de nivel intermedio sobre su rol dentro del desarrollo integral de sus estudiantes y si su clase cumple con las expectativas del sistema o de la escuela no es un factor para el emplear el método heurístico en la sala de clases.

### Instrumento de investigación

En la investigación se utilizará el cuestionario ***“Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas”*** como instrumento. Este cuestionario, creado por la investigadora, tiene como propósito que los participantes respondan a premisas sobre lo que conoce y su práctica en la sala de clases. Las preguntas serán sobre cuán confiados y seguros se sienten los docentes al resolver problemas verbales matemáticos, cómo esta confianza y seguridad influyen al momento de enseñarle esta destreza a sus estudiantes, con cuánta frecuencia utilizan esta estrategia de enseñanza, entre otras.



UNIVERSIDAD INTERAMERICANA DE PUERTO RICO  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación Matemática

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

A continuación, se muestra el cuestionario para la investigación para identificar los factores que inducen al maestro de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas.

Favor de hacer una marca en la columna correspondiente de cada premisa. En la siguiente tabla se muestran dos opciones: Sí (La premisa es adecuada para el cuestionario) y No (La premisa no es adecuada para el cuestionario). Para cada premisa mostrada, puede realizar las sugerencias y/o recomendaciones que entienda pertinente.

Cuestionario

**Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas**

**Instrucciones:** Lea cuidadosamente cada premisa. Escoja la respuesta que corresponda en cada pregunta utilizando la escala provista. Su participación es libre y voluntaria.

- |                             |                                    |                          |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1- Totalmente en desacuerdo | 3- Ni en acuerdo, ni en desacuerdo | 5- Totalmente de acuerdo |
| 2- En desacuerdo            | 4- De acuerdo                      |                          |

| Pregunta                                               | Sí                       | No                       | Sugerencias y/o recomendaciones |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1. Comprendo las etapas o fases del método heurístico. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |

| Pregunta                                                                                                      | Sí                       | No                       | Sugerencias y/o recomendaciones |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 2. Conozco la diferencia entre un ejercicio y un problema.                                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 3. El currículo no provee espacio suficiente para la enseñanza de solución de problemas.                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 4. El método heurístico promueve el pensamiento crítico.                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 5. Elijo cumplir con el currículo y no profundizo en las destrezas.                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 6. Enseñar matemáticas mediante ejercicios mecánicos es más conveniente.                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 7. Entiendo que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 8. Estoy satisfecho con mi desempeño en la sala de clases.                                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 9. La clase se centra en la solución de ejercicios.                                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 10. Los problemas verbales son indispensables en la enseñanza de las matemáticas.                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 11. Me preocupa no poder responder las preguntas de los estudiantes.                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 12. Me siento incómodo con la enseñanza de la solución de problemas verbales.                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 13. Me siento seguro con la enseñanza de la solución de problemas.                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 14. Mi clase cumple con las expectativas del sistema o de la escuela.                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 15. Opto por la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución.                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 16. Participo en talleres de desarrollo profesional.                                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 17. Poseo las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a mis estudiantes de distintas formas.     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 18. Prefiero el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 19. Promuevo el trabajo en equipo entre mis estudiantes.                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 20. Reconozco la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico.                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 21. Relaciono el contenido de la clase con otras materias o la vida cotidiana.                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 22. Un problema tiene una sola forma de resolverse.                                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |

| Pregunta                                                                               | Sí                       | No                       | Sugerencias y/o recomendaciones |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 23. Utilizo el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 24. Utilizo la enseñanza directa en la mayoría de mis clases.                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |
| 25. Valoro el aprendizaje significativo ante la memorización.                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                 |

Comentarios / Sugerencias adicionales:

---



---



---

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

DOCUMENTO DE ENDOSO DE EXPERTO  
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente yo, Dr. Richard Mercado en calidad de maestro de matemáticas y doctor en Currículo y Enseñanza de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán

\_\_\_\_\_valido                  \_\_\_\_\_no valido

el cuestionario “Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas”, el cual será administrado a maestros de matemáticas de nivel intermedio participantes de la investigación “Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas”, que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

*Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a dicha universidad de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación y de la información que se solicite y provea a través de ésta.*

## **Apéndice I.**

### **Validación de expertos**



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

DOCUMENTO DE ENDOSO DE EXPERTO  
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente yo, Dra. Andrea Peña Sureda en calidad de maestra de matemáticas y doctora con especialidades en Currículo y Enseñanza, y Gerencia Educativa de la Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico

X valido      \_\_\_\_\_ no valido

el cuestionario "Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas", el cual será administrado a maestros de matemáticas de nivel intermedio participantes de la investigación "Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas", que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma:

Fecha:

1/22/2021

*Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a dicha universidad de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación y de la información que se solicite y provea a través de ésta.*

Scanned with CamScanner



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

DOCUMENTO DE ENDOSO DE EXPERTO  
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente yo, Dr. Carlos M. Martínez Bonilla en calidad de Profesor y doctor en Educación Matemática de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán

  X   valido                             no valido

el cuestionario **"Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas"**, el cual será administrado a maestros de matemáticas de nivel intermedio ~~participantes de la investigación~~ **"Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas"**, que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma:

Fecha: 21 de enero de 2021

*Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a dicha universidad de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación y de la información que se solicite y provea a través de ésta.*



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

DOCUMENTO DE ENDOSO DE EXPERTO  
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente yo, Dr. Richard Mercado en calidad de maestro de matemáticas y doctor en Currículo y Enseñanza de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán

  x   valido             no valido

el cuestionario "**Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas**", el cual será administrado a maestros de matemáticas de nivel intermedio **participantes de la investigación** "*Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas*", que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma:

Fecha: 19 de enero de 2021

*Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a dicha universidad de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación y de la información que se solicite y provea a través de ésta.*

## Apéndice J.

### Instrumento de investigación



UNIVERSIDAD INTERAMERICANA DE PUERTO RICO  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación Matemática

#### Cuestionario

##### Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas

**Propósito:** Determinar los factores que inducen al maestro de matemáticas a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas de matemáticas.

Las respuestas de este cuestionario serán confidenciales y solo se utilizará para propósitos del estudio. Gracias por su colaboración.

**Instrucciones:** Lea cuidadosamente cada premisa. Escoja la respuesta que corresponda en cada pregunta utilizando la escala provista. Su participación es libre y voluntaria.

- |                             |                                    |                          |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1- Totalmente en desacuerdo | 3- Ni en acuerdo, ni en desacuerdo | 5- Totalmente de acuerdo |
| 2- En desacuerdo            | 4- De acuerdo                      |                          |

| Premisa                                                                                                       | Escala |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|---|
|                                                                                                               | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Comprendo las etapas o fases del método heurístico.                                                        |        |   |   |   |   |
| 2. Conozco la diferencia entre un ejercicio y un problema.                                                    |        |   |   |   |   |
| 3. Cumpló con las expectativas del sistema o de la escuela.                                                   |        |   |   |   |   |
| 4. El contenido se centra en la solución de ejercicios.                                                       |        |   |   |   |   |
| 5. El currículo no provee espacio suficiente para la enseñanza de solución de problemas.                      |        |   |   |   |   |
| 6. El método heurístico promueve el pensamiento crítico.                                                      |        |   |   |   |   |
| 7. Elijo cumplir con el currículo y no profundizo en las destrezas.                                           |        |   |   |   |   |
| 8. Enseñar matemáticas mediante ejercicios mecánicos es más conveniente.                                      |        |   |   |   |   |
| 9. Entiendo que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas. |        |   |   |   |   |
| 10. Estoy satisfecho con mi desempeño en la sala de clases.                                                   |        |   |   |   |   |

|                                                                                                           |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 11. Los problemas verbales son indispensables en la enseñanza de las matemáticas.                         |  |  |  |  |  |
| 12. Me preocupa no poder responder las preguntas de los estudiantes.                                      |  |  |  |  |  |
| 13. Me siento incómodo con la enseñanza de la solución de problemas verbales.                             |  |  |  |  |  |
| 14. Me siento seguro con la enseñanza de la solución de problemas.                                        |  |  |  |  |  |
| 15. Opto por la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución.                               |  |  |  |  |  |
| 16. Participo en talleres de desarrollo profesional.                                                      |  |  |  |  |  |
| 17. Poseo las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a mis estudiantes de distintas formas. |  |  |  |  |  |
| 18. Prefiero el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas.                          |  |  |  |  |  |
| 19. Promuevo el trabajo en equipo entre mis estudiantes.                                                  |  |  |  |  |  |
| 20. Reconozco la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico.                           |  |  |  |  |  |
| 21. Relaciono el contenido de la clase con otras materias o la vida cotidiana.                            |  |  |  |  |  |
| 22. Un problema tiene una sola forma de resolverse.                                                       |  |  |  |  |  |
| 23. Utilizo el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales.                    |  |  |  |  |  |
| 24. Utilizo la enseñanza directa en la mayoría de mis clases.                                             |  |  |  |  |  |
| 25. Valoro el aprendizaje significativo ante la memorización.                                             |  |  |  |  |  |

Microsoft Forms (Enlace: <https://tinyurl.com/yxqaonyk>)

# "Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas"

Reciba un cordial saludo.

Mi nombre es Joane M. De Jesús Dátiz y soy estudiante doctoral en Educación Matemática de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Por este medio, solicito que verifique primeramente si cumple con los criterios de inclusión. Si es así, continúe leyendo cuidadosamente el consentimiento para su participación la investigación sobre los "Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir el método algorítmico en lugar del método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas". La investigación corresponde a actitudes y preferencias personales del maestro de matemáticas y no envuelve a su lugar de trabajo. Una vez culmine la investigación, los resultados en forma estadística estarán disponibles a toda persona interesada.

Agradezco su cooperación.

\*Su participación en esta investigación es voluntaria, anónima y confidencial. Puede abandonar la investigación en cualquier momento sin represalias ni proveer explicaciones adicionales. De ocurrir alguna situación personal, física o interrupción de alguno de los servicios (energía eléctrica o internet), puede tomar un descanso y volver a intentar si así lo desea.

\* Required

5/13/2024 Requisitos

Antes de participar en el estudio debe verificar si cumple con los siguientes requisitos:

1. Ser maestro o maestra de matemáticas de nivel intermedio.

☐ Sí

☐ No

2. Estar activo o activa en una escuela en Puerto Rico.

☐ Sí

☐ No

3. Tener acceso y conocimiento tecnológico para colaborar en la investigación.

☐ Sí

☐ No

5/13/2021

## Consentimiento del participante

Título de la Investigación: "Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas."

Nombre del Investigador: Joane Marie De Jesús Dátiz

### I. Propósito de la Investigación

El propósito de la investigación cuantitativa para identificar los factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas es entender las condiciones bajo las cuáles el docente estará en capacidad de utilizar las estrategias para guiar su enseñanza hacia la solución de problemas. En el estudio participarán maestros de Matemática del nivel intermedio activos en alguna escuela de Puerto Rico. Además, es importante que el maestro o la maestra tenga acceso y conocimiento tecnológico para participar de la investigación.

### II. Procedimientos

En la investigación se utilizará el cuestionario "Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas" como instrumento. Este cuestionario, creado por la investigadora, tiene como propósito que los participantes respondan a premisas sobre lo que conoce y su práctica en la sala de clases. Las preguntas serán sobre cuán confiados y seguros se sienten los docentes al resolver problemas verbales matemáticos, cómo esta confianza y seguridad influyen al momento de enseñarle esta destreza a sus estudiantes, con cuánta frecuencia utilizan esta estrategia de enseñanza, entre otras. Al finalizar el cuestionario, cada participante tendrá acceso a la "Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico", la cual le brinda información y ejemplos de la solución de problemas utilizando el método heurístico. El tiempo aproximado de la participación es una hora.

### III. Riesgos

Esta investigación representa riesgo mínimo o nulo para los maestros participantes.

### IV. Beneficios

Entre los beneficios pedagógicos de la enseñanza basada en problemas podemos destacar: (1) la valorización de las matemáticas, (2) mejor ejecución en las pruebas estandarizadas y (3) el desarrollo de destrezas de análisis y pensamiento crítico. Además, el maestro podrá reconocer si los métodos y estrategias que está utilizando son los adecuados para la enseñanza de la solución de problemas verbales de matemática.

5/13/2021 Los participantes, de así desearlo, pueden comunicarse con la investigadora mediante

correo electrónico, llamada o mensaje de texto para recibir copia de los resultados de la investigación.

#### V. Cláusula de Confidencialidad

El formulario realizado en Microsoft Forms está configurado para no solicitar y/o guardar cualquier información personal o correo electrónico del participante. Sin embargo, debido a que la investigación se realizará utilizando una plataforma virtual su información privada no está segura al 100%. Todo documento digital se guardará en la nube por un periodo de hasta 3 años y luego de ese periodo de tiempo serán eliminados.

#### VI. Compensación

Los participantes no recibirán remuneración económica o de alguna otra índole.

#### VII. Voluntariedad

La participación en la investigación es libre y voluntaria. Los participantes pueden abandonar la investigación en cualquier momento sin represalias ni proveer explicaciones adicionales.

#### VIII. Responsabilidades del Participante

Acepto participar voluntariamente en esta investigación. Entiendo que mis responsabilidades como participante son:

1. Contestar el cuestionario contenido en el formulario en Microsoft Forms (Enlace: <https://tinyurl.com/yxqaonyk> (<https://tinyurl.com/yxqaonyk>))
2. Tener acceso y conocimiento tecnológico para participar en la investigación virtual.

5/13/2021

#### 4. Aceptación del Participante

Certifico que he leído este documento en el que se me explica los procedimientos y condiciones para participar en esta investigación e indico si deseo participar voluntariamente en la misma.

\*En el siguiente enlace puede descargar el "Consentimiento del participante"\*

[https://intersg-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/jdej5992\\_intersg\\_edu/EWNq2vB-4wxAtli6OclWxxABYlyZ\\_sN6xT5HL9iDqWs4YA?e=bWQtgk](https://intersg-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/jdej5992_intersg_edu/EWNq2vB-4wxAtli6OclWxxABYlyZ_sN6xT5HL9iDqWs4YA?e=bWQtgk)  
([https://intersg-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/jdej5992\\_intersg\\_edu/EWNq2vB-4wxAtli6OclWxxABYlyZ\\_sN6xT5HL9iDqWs4YA?e=bWQtgk](https://intersg-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/jdej5992_intersg_edu/EWNq2vB-4wxAtli6OclWxxABYlyZ_sN6xT5HL9iDqWs4YA?e=bWQtgk))

De tener alguna duda o pregunta con relación a esta investigación o sus derechos como participante puede comunicarse con:

IAUPR Institutional Review Board  
PO BOX 363255 SAN JUAN PR 00936-3255  
787-766-1912 ext. 2213

De surgir alguna otra duda o pregunta puede comunicarse con el investigador en:

Teléfono y correo electrónico del Investigador  
787-546-3279  
[jdej5992@intersg.edu](mailto:jdej5992@intersg.edu) (<mailto:jdej5992@intersg.edu>)

Teléfono y correo electrónico del Director de Tesis  
787-448-0642  
[alecompte@intersg.edu](mailto:alecompte@intersg.edu) (<mailto:alecompte@intersg.edu>) \*

☐ Deseo participar del estudio

5/13/2021 ☐ No deseo participar del estudio

## Cuestionario

5. Instrucciones: Lea cuidadosamente cada premisa. Escoja la respuesta que corresponda en cada pregunta utilizando la escala provista. Su participación es libre y voluntaria.

|                                                                                          | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | En<br>desacuerdo      | Ni en<br>acuerdo, ni<br>en<br>desacuerdo | De acuerdo            | Totalmente<br>de acuerdo |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Comprendo las etapas o fases del método heurístico.                                      | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Conozco la diferencia entre un ejercicio y un problema.                                  | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Cumplo con las expectativas del sistema o de la escuela.                                 | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| El contenido se centra en la solución de ejercicios.                                     | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| El currículo no provee espacio suficiente para la enseñanza de la solución de problemas. | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |

5/13/2021

6.

|                                                                                                            | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | En<br>desacuerdo      | Ni en<br>acuerdo, ni<br>en<br>desacuerdo | De acuerdo            | Totalmente<br>de acuerdo |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| El método heurístico promueve el pensamiento crítico.                                                      | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Elijo cumplir con el currículo y no profundizo en las destrezas.                                           | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Enseñar matemáticas mediante ejercicios mecánicos es más conveniente.                                      | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Entiendo que el método heurístico tiene ventaja sobre el método algorítmico para la solución de problemas. | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Estoy satisfecho con mi desempeño en la sala de clases.                                                    | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |

5/13/2021

7.

|                                                                               | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | En<br>desacuerdo      | Ni en<br>acuerdo, ni<br>en<br>desacuerdo | De acuerdo            | Totalmente<br>de acuerdo |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Los problemas verbales son indispensables en la enseñanza de las matemáticas. | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Me preocupa no poder responder las preguntas de los estudiantes.              | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Me siento incómodo con la enseñanza de la solución de problemas verbales.     | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Me siento seguro con la enseñanza de la solución de problemas verbales.       | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Opto por la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución.       | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |

5/13/2021

8.

|                                                                                                       | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | En<br>desacuerdo      | Ni en<br>acuerdo, ni<br>en<br>desacuerdo | De acuerdo            | Totalmente<br>de acuerdo |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Participo en talleres de desarrollo profesional.                                                      | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Poseo las competencias necesarias para ofrecer el conocimiento a mis estudiantes de distintas formas. | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Prefiero el método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas.                          | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Promuevo el trabajo en equipo entre mis estudiantes.                                                  | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Reconozco la diferencia entre el método algorítmico y el método heurístico.                           | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |

5/13/2021

9.

|                                                                                    | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | En<br>desacuerdo      | Ni en<br>acuerdo, ni<br>en<br>desacuerdo | De acuerdo            | Totalmente<br>de acuerdo |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Relaciono el contenido de la clase con otras materias o la vida cotidiana.         | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Un problema tiene una sola forma de resolverse.                                    | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Utilizo el método heurístico en la enseñanza de la solución de problemas verbales. | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Utilizo la enseñanza directa en la mayoría de mis clases.                          | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |
| Valoro el aprendizaje significativo ante la memorización.                          | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |

5/13/2021

Ha completado el cuestionario.

¡Gracias por su cooperación en esta investigación!

En el siguiente enlace puede descargar una "Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico"

<https://intersg->

[mv.sharepoint.com/:b:/g/personal/idei5992\\_intersg\\_edu/EdI7NdwpbxtivYPIUrvQyzEBN2c7I9](https://intersg-mv.sharepoint.com/:b:/g/personal/idei5992_intersg_edu/EdI7NdwpbxtivYPIUrvQyzEBN2c7I9k45fi1WI2hilGK2g?e=m5TU2h)

[k45fi1WI2hilGK2g?e=m5TU2h](https://intersg-) (<https://intersg->

[mv.sharepoint.com/:b:/g/personal/idei5992\\_intersg\\_edu/EdI7NdwpbxtivYPIUrvQyzEBN2c7I9](https://intersg-mv.sharepoint.com/:b:/g/personal/idei5992_intersg_edu/EdI7NdwpbxtivYPIUrvQyzEBN2c7I9k45fi1WI2hilGK2g?e=m5TU2h)

[k45fi1WI2hilGK2g?e=m5TU2h](https://intersg-))

---

This content is neither created nor endorsed by Microsoft. The data you submit will be sent to the form owner.

 Microsoft Forms

5/13/2021

## Capturas de pantalla: Partes del Form

Cuestionario *Microsoft Forms* (Enlace: <https://tinyurl.com/vxqaonyk>)

The screenshot shows a Microsoft Forms questionnaire in a web browser. The browser's address bar shows the URL: `forms.office.com/Pages/DesignPage.aspx?lang=en-US&origin=OfficeDotCom&route=Start#FormId=g8IOXGFjvk-3nn5lthunfaF4h_hn9ONxsmWmaPJUCUdZOC0yTFV8NVM3...`. The form's title bar reads "Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas" - saved. The form itself has a title "Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas" and a subtitle "Recibe un cordial saludo." Below this, the form text reads: "Mi nombre es Joane M. De Jesús Dátiz y soy estudiante doctoral en Educación Matemática de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán." The form also includes a paragraph of text: "Por este medio, solicito que verifique primeramente si cumple con los criterios de inclusión. Si es así, continúe leyendo cuidadosamente el consentimiento para su participación la investigación sobre los 'Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir el método algorítmico en lugar del método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas'. La investigación corresponde a actitudes y preferencias personales del maestro de matemáticas y no envuelve a su lugar de trabajo. Una vez culmine la investigación, los resultados en forma estadística estarán disponibles a toda persona interesada."



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

Formulario de Google Forms: "Método algebraico y método gráfico para la resolución de un sistema de ecuaciones" - Test

Formas

Questions

Responses 3

Agradecemos su cooperación.

Su participación en esta investigación es voluntaria, anónima y confidencial. Puede abandonar la investigación en cualquier momento sin represalias ni proveer explicaciones adicionales. De ocurrir alguna situación personal, física o interrupción de alguno de los servicios (energía eléctrica o internet), puede tomar un descanso y volver a intentar si así lo desea.

Section 1

Requisitos

Antes de participar en el estudio debe verificar si cumple con los siguientes requisitos:

1. Ser maestro o maestra de matemáticas de nivel intermedio.



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

Formulario de inscripción para el curso de Matemáticas de nivel medio superior.

Sección 1

### Requisitos

1. Ser maestro o maestra de matemáticas de nivel medio superior.

☐ Sí ☐ No

Go to:

2. Haber sido o estar activa en una escuela en Puerto Rico.

☐ Sí ☐ No

Go to:

3. Tener acceso y conocimiento tecnológico para utilizar una computadora y correo electrónico.

☐ Sí ☐ No

Go to:



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

Forma

"Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas" - Test

JOAQUEÍN DE JESÚS...

Questions

Responses 3

Section 2

### Consentimiento del participante

Título de la investigación: "Factores que influyen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas."

Nombre del Investigador: Joaquéin De Jesús Ortiz

**I. Propósito de la Investigación**

El propósito de la investigación es identificar los factores que influyen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas, es decir, las condiciones bajo las cuales el docente está en capacidad de utilizar las estrategias para guiar su enseñanza hasta la solución de problemas. En el estudio participarán maestros de Matemáticas del nivel intermedio, así como en alguna escuela de Puerto Rico. Además, es importante que el maestro o la maestra tenga acceso y conocimiento tecnológico para participar de la investigación.

**II. Procedimientos**

En la investigación se utilizará el cuestionario "Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas" como instrumento. Este cuestionario, creado por la investigadora, tiene como propósito que los participantes respondan a preguntas sobre lo que ocurre y su aplicación en la sala de clases. Las preguntas serán sobre cuán cómodos y seguros se sienten los docentes al resolver problemas verbales matemáticos, cómo esta confianza y seguridad influyen al momento de enseñarles a otros docentes y estudiantes, con cuánta frecuencia utilizan esta



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

Microsoft Word - "Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas" - Word

Formas "Método algorítmico y método heurístico para la enseñanza de la solución de problemas" - Word

Questions Responses 3

segundo, incluyen el momento de enseñarle este destreza a sus estudiantes, con qué frecuencia utilizan esta estrategia de enseñanza, entre otros. Al finalizar el cuestionario, cada participante recibirá una copia de "Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico", la cual le brinda información y ejemplos de la solución de problemas utilizando el método heurístico. Al tiempo aproximado de la participación es una hora.

III. Tiempos

Esta investigación representa riesgo mínimo o nulo para los maestros participantes.

IV. Beneficios

Entre los beneficios pedagógicos de la enseñanza basada en problemas podemos destacar: (I) la solidificación de las matemáticas (la mejor opción en las pruebas estandarizadas y (II) el desarrollo de destrezas de análisis y pensamiento crítico. Además, el maestro podrá evaluar si los métodos y estrategias que está utilizando son los adecuados para la enseñanza de la solución de problemas verbales de matemáticas. Los participantes de esta escuela, pueden comunicarse con la investigadora mediante correo electrónico, llamada o mensaje de texto para recibir copia de los resultados de la investigación.

V. Cuidado de la información

El formulario realizado en Microsoft Forms está configurado para no validar y/o guardar cualquier información personal o nombre de internet del participante. Los mensajes de correo que la investigadora en realidad, utilizará una plataforma virtualizada información privada no está segura al 100%. Todo documento digital se guardará en la nube por un periodo de hasta 1 año y luego se borra por una de tiempo entre eliminados.

VI. Compensación

Los participantes no recibirán remuneración económica o de alguna otra índole.



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022



Form: "Método algebraico y método heurístico para la construcción de una solución de problemas" - Test

Questions Responses 3

De tener alguna duda o pregunta con relación a esta investigación o sus derechos como participante puede comunicarse con:

IAUIPR Institutional Review Board  
PO BOX 363255 SAN JUAN PR 00936-3255  
787-766-1812 ext. 2213

De surgir alguna otra duda o pregunta puede comunicarse con el investigador en:

teléfono y correo electrónico del investigador  
787-516-3279  
[jdrj394@uiwintext.edu](mailto:jdrj394@uiwintext.edu)

teléfono y correo electrónico del Director de Teses  
787-718-0642  
[alecunquile@uiwintext.edu](mailto:alecunquile@uiwintext.edu)

☐ Desco participante del estudio

☐ No deseo participar del estudio



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

Formulario de consentimiento de participación en el estudio

Go to: [Next](#)

Section 2

Consentimiento del participante

4. Aceptación del participante. Certifico que he ...

☐ Deseo participar en el estudio. Go to: [Next](#)

☐ No deseo participar en el estudio. Go to: [End of the form](#)

Go to: [Next](#)

Section 3

Cuestionario



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022

← → ↻ [forms.office.com/Forms/Design?qs=pf5esqme-1J5&origin=OfficeOnCanvas&site=5a188a0d0a9f18e1d1669a6d3d4151d75470291a9445a6f&mid=q8003G7pic3...](https://forms.office.com/Forms/Design?qs=pf5esqme-1J5&origin=OfficeOnCanvas&site=5a188a0d0a9f18e1d1669a6d3d4151d75470291a9445a6f&mid=q8003G7pic3...)

← Back

### Questionario

5. Instrucciones: Lea cuidadosamente cada premisa. Escoja la respuesta que corresponda en cada ...

|                                                                                         | Intensamente en desacuerdo | En desacuerdo         | Ni en acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo            | Intensamente de acuerdo |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Comprendo las etapas o fases del método heurístico.                                     | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   |
| Conozco la diferencia entre un ejercicio y un problema.                                 | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   |
| Comprobo con las etapas del sistema o de la escuela.                                    | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   |
| El contenido se centra en la solución de problemas.                                     | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   |
| El currículo no provee espacio suficiente para la elección de la solución de problemas. | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   |

Type here to search

7:11 AM OCT 26, 2021



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022



← → ↻ [forms.office.com/Forms/Design?qs=07b6c9e6-1f58&origin=OfficeOnline&route=Survey&routingPlan=1&id=16596d3d415d75470291e9445a6f&mid=q8003Gjpe3...](https://forms.office.com/Forms/Design?qs=07b6c9e6-1f58&origin=OfficeOnline&route=Survey&routingPlan=1&id=16596d3d415d75470291e9445a6f&mid=q8003Gjpe3...)

← Back

|                                                                               | totalmente en desacuerdo | En desacuerdo         | Ni en desacuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo            | totalmente de acuerdo |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Los problemas verbales son indispensables en la enseñanza de las matemáticas. | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Me preocupa no poder responder las preguntas de los estudiantes.              | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Me siento intimidado con la enseñanza de la solución de problemas verbales.   | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Me siento seguro con la enseñanza de la solución de problemas verbales.       | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Creo que la uniformidad ante la diversidad en los procesos de solución        | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Type here to search

Taskbar icons: File Explorer, Edge, Store, Calculator, Chrome, Word, System tray: Volume, Network, Date/Time (10:11 AM 10/26/2021), Task View.



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022



Approved: October 26, 2021  
Expires: October 26, 2022







## Promoción/Anuncio de la investigación

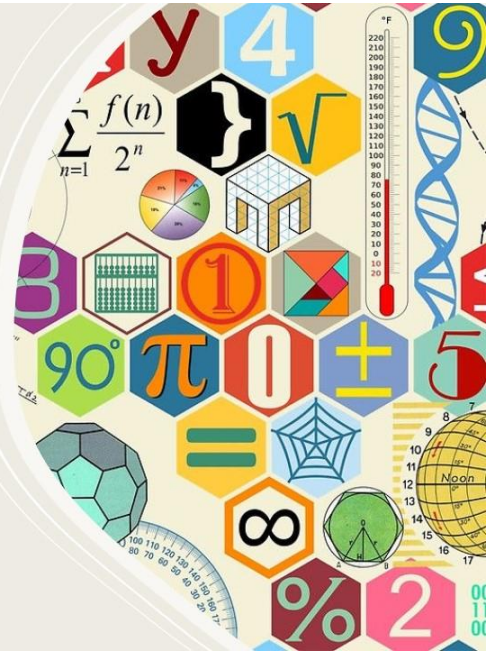
Maestros y maestras de matemáticas de  
Puerto Rico interesados en participar  
virtualmente de la investigación:

*"Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir entre el método algorítmico y el método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas".*

Puedes participar completando el cuestionario en el siguiente enlace:

<https://tinyurl.com/yxqaonyk>

*La participación es voluntaria, anónima y confidencial.*



## **Apéndice L.**

### **Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico**



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

### **Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico**

#### *Objetivo*

Al finalizar el estudio de la guía se espera que los maestros estén capacitados para la enseñanza de la solución de problemas verbales de matemáticas de los cursos de Pre-Álgebra y Álgebra I mediante el método heurístico de Pólya (1989).

#### *Introducción*

Diariamente aplicamos las matemáticas para resolver situaciones cotidianas, pues en todo lo que nos rodea o en las actividades que realizamos, consciente o inconscientemente, utilizamos destrezas matemáticas mediante el desarrollo del hábito mental (Pólya, 1989).

La solución de problemas ha sido uno de los enfoques en la educación matemática desde la década de los 1970. Aunque no ha sido una estrategia de fácil aplicación, existe un método con el cual se puede despertar la curiosidad del estudiante en la resolución de problemas, a la vez que se activa el conocimiento previo y los niveles de pensamiento. El mismo fue expuesto a finales de la década de los 80 por el matemático húngaro George Pólya. Este método establece cuatro pasos para que el alumno llegue a conclusiones sobre el problema presentado y se enfoca en el proceso y las destrezas utilizadas para determinar la respuesta, más que en que la misma sea la correcta (Pólya, 1989).

De acuerdo con las ideas de Pólya (1989), es importante el desarrollo de destrezas matemáticas para la vida y no para la escuela. En muchas ocasiones es necesario comenzar con un método para la fijación de procesos y/o conceptos, para luego poder

utilizar los mismos en situaciones completamente distintas. Por lo tanto, desarrollamos destrezas a través del método algorítmico para luego utilizar el método heurístico en situaciones nuevas, pero siempre tomando en consideración que es necesario desarrollar niveles altos de pensamiento en el alumno y no meramente estancarse en conseguir una respuesta correcta, limitando de esta forma las capacidades de los estudiantes.

La “*Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico*” se enfoca en la solución de problemas verbales de matemáticas, alineados al currículo de los cursos de Pre-Álgebra y Álgebra I, utilizando las cuatro fases del método heurístico propuesto por Pólya.

### *Solución de problemas verbales*

La enseñanza a través de la solución de problemas es enseñar contenidos de matemática mediante la resolución de una situación (Alfaro y Barrantes, 2008). Es decir, que el docente presenta un problema a sus estudiantes y en el proceso de solucionar el mismo, estos adquieren las destrezas y los conceptos necesarios para hallar la respuesta. Además, para Hernández y Villafañe (2009) el proceso de solución de problemas debe constituir un fundamento importante en la enseñanza de las matemáticas. De acuerdo con el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM 2000, p.52, citado en Corral, Carleos, Blanco, García y Ramos, 2014):

“La resolución de problemas implica comprometerse con una tarea en la que el método de resolución de la misma no es conocido de antemano. Con el fin de encontrar una solución, los estudiantes deben indagar en su conocimiento y, a través de este proceso, desarrollarán con frecuencia nuevo conocimiento matemático”.

En el estudio realizado por Alfaro y Barrantes (2008), se encuentra una coincidencia entre el pensar de estudiantes y profesores de matemática con respecto a que el problema matemático debe tener una sola respuesta y que el mismo debe resolverse en un máximo de quince minutos. Los profesores participantes en este estudio proponen que un problema es un ejercicio contextualizado en el que el estudiante aplica un procedimiento o concepto de matemática que ha aprendido de antemano. Adicional a esto, los profesores entienden que un problema es una situación que tiene como fin que el estudiante aprenda por descubrimiento. Esta última aseveración alude a la resolución de problemas matemáticos como una estrategia de enseñanza. Sin embargo, al analizar la coincidencia entre profesores y estudiantes del tiempo máximo que se debe emplear en la solución de un problema, nos lleva a pensar que ambas partes están pensando en ejercicios que se realizan utilizando algoritmos y que no requieren de gran pensamiento crítico, como tampoco de una estrategia o plan para la resolución.

Según Juidías y Rodríguez (2007, p. 261), un problema demanda más que la aplicación de algoritmos y/o fórmulas de manera rutinaria. En este proceso el individuo se expone al conflicto de la falta de una respuesta inmediata, por lo que requiere del uso estratégico de procedimientos y conceptos que ha aprendido con anterioridad. El individuo se involucra en la solución del problema, siendo expuesto a un alto nivel cognitivo. Es por esta razón que existen distintos métodos para la enseñanza de la solución de problemas propuestos por matemáticos como Pólya en 1984.

De acuerdo con Pérez y Ramírez (2011), la solución de problemas es una estrategia de fácil transferencia para la vida, pues permite al estudiante resolver situaciones y problemas cotidianos y pertinentes. Además, establecen que el maestro tiene en sus manos la tarea de avivar la curiosidad en los alumnos mediante la presentación de problemas verbales de matemática. La exposición de estos problemas debe centrarse en situaciones variadas, las cuales se estimulen al estudiante a reflexionar y que a la vez le brinden las herramientas necesarias para que mediante el descubrimiento determine las soluciones. Para Cai y Lester (2010), cuando los investigadores utilizan el término solución de problemas, éstos se refieren a las tareas matemáticas que tienen el potencial de proveer retos intelectuales que mejoran el desarrollo matemático de los estudiantes.

Es por esto por lo que Akgun (2014) recomienda a los docentes que participen de actividades orientadas a estrategias de solución de problemas, para que aprendan a utilizar, y por ende a enseñar, el aprendizaje por error, la simulación, la búsqueda de patrones y el uso de distintas estrategias para hallar la solución de un problema. De esta forma los estudiantes son más efectivos en la solución de problemas y su confianza en sus capacidades matemáticas aumenta.

### *Método heurístico para la solución de problemas*

En su libro “*Cómo plantear y resolver problemas*” Pólya (1989) establece cuatro pasos para resolver un problema: comprensión del problema, concepción de un plan, ejecución del plan y la visión retrospectiva. Las fases antes mencionadas forman parte del método heurístico. La heurística moderna trata de comprender el método que conduce a la solución de problemas y el comportamiento del ser humano ante estos. Además, se conoce como una ciencia de descubrimiento e invención (Pólya, 1989).

Si el maestro se interesa en utilizar este método en su sala de clases debe estar consciente de la dificultad que conlleva el proceso. Primeramente, debe ejercer su rol de facilitador para ayudar al estudiante en la adquisición de conocimiento por sus propias experiencias. Para esto, debe realizarle preguntas al alumno de forma natural, sin imponerse. Se utilizan interrogantes claves como ¿Cuál es la incógnita? o ¿Qué se

requiere? para captar la atención del estudiante en la incógnita del problema y sembrar la curiosidad para encontrar la solución de este. Además, del uso de preguntas claves, se requiere que las mismas sean generales, para que puedan ser planteadas eficazmente en toda clase de problemas y no estrictamente en los matemáticos.

Según Pólya (1989), uno de los fines principales al utilizar el método heurístico es que el alumno desarrolle la habilidad para resolver problemas posteriormente. Para esto, el maestro se vale de la imitación y la práctica. En primera instancia, se ayuda y se guía al estudiante mediante preguntas dirigidas a la resolución del problema. Luego de que el proceso se ha llevado a cabo con diferentes situaciones, se espera que el estudiante sea capaz de resolver problemas haciendo uso de los conocimientos y estrategias previamente adquiridos.

La primera fase para la solución de problemas mediante el método heurístico es comprender el problema. En esta etapa es importante entender claramente lo que se dice y lo que se pide, visualizar el problema como un todo. El estudiante no solo debe comprenderlo, sino que debe desear resolverlo. Con el fin de lograrlo, se deben separar las partes principales del problema de acuerdo con su naturaleza. En los problemas para “demostrar” las partes principales son la hipótesis y la conclusión, mientras que en los problemas para “resolver” estas son, los datos, las condiciones y la incógnita. Si el problema es muy difícil, se recomienda descomponerlo en todas sus partes detalladamente y, si es necesario, se debe hacer referencia a las definiciones de términos. En ocasiones, ésta puede ser la parte más difícil para el estudiante, por falta de concentración e inclusive de motivación.

Luego de la comprensión del problema pasamos a la concepción del plan. En esta etapa se pretende ver lo que relaciona la incógnita con los datos, a fin de encontrar la solución del problema. Con el fin de trazar un plan efectivo se consideran las partes principales del problema y éste es considerado desde varios puntos de vista, con el propósito de encontrar puntos de contacto con los conocimientos previos. Si de primera intención no se puede resolver el problema propuesto, se intenta resolver alguno relacionado con él que sea más sencillo o conocido.

Ya trazado el plan, pasamos a la ejecución de este. En esta fase se debe tener una plena comprensión del problema para poder presentar un razonamiento formal. El estudiante presenta seguridad en cada paso del razonamiento, por lo que la presentación de la solución es exacta y correcta dentro de las condiciones establecidas.

Finalmente, el último paso de este método que es la visión retrospectiva. En muchas ocasiones, los estudiantes luego de ejecutar su plan no realizan esta parte, dando por hecho que su respuesta es final y sintiéndose complacido por haber encontrado un resultado. Sin embargo, es importante que esta revisión se realice, ya que mediante la

misma se reconsidera la solución, se re-examina el resultado y reflexiona sobre el proceso, por lo que se consolidan los conocimientos y se desarrollan aptitudes para la solución de otros problemas más complejos.

Además de las cuatro fases, Pólya (1989) establece que la solución de problemas no es un asunto “meramente intelectual”, si no que la determinación y las emociones influyen grandemente en que el proceso sea exitoso.

La solución de problemas es una escuela de voluntad. Resolviendo problemas que parecen difíciles, el alumno aprende a perseverar pese a los fracasos, a apreciar el menor de los progresos, a lograr la idea esencial, a hacer un llamado a toda su fuerza de concentración. Si el alumno no encuentra en la escuela la oportunidad de familiarizarse con las diversas emociones que ofrece el esfuerzo con vistas a la solución, su educación matemática ha fallado en su objeto más esencial. (Pólya, 1989, pp. 81)

Para Pólya el desarrollo de las destrezas para la solución de problemas es vital para el desenvolvimiento del estudiante tanto en el aspecto matemático como en situaciones de la vida diaria. Es de vital importancia el papel de facilitador que debe asumir el educador para que el propósito del método heurístico se cumpla a cabalidad. No es solo enfocarse en el proceso y en la respuesta, sino que es necesario comprender el problema y luego de ejecutar el plan trazado, evaluar la respuesta para que el conocimiento adquirido en el proceso sea uno significativo y el mismo pueda ser extrapolado en situaciones futuras.

Podemos identificar fases o pasos dentro de los cuatro generales del método heurístico para la solución de problemas. Estos son:

1. Comprensión del problema
  - a. Leer el problema las veces necesarias para comprenderlo.
  - b. Identificar datos relevantes y los distractores.
  - c. Determinar si la información provista es suficiente para la solución.
  - d. Dividir el problema en partes.
  - e. Hacer un diagrama o dibujo que facilite la comprensión.
2. Concepción de un plan
  - a. Planificar el proceso de solución.
  - b. Establecer varias estrategias.
  - c. Analizar si se tiene los datos suficientes y necesarios.
  - d. Determinar qué fórmulas o procesos debe utilizar para la solución.
3. Ejecución del plan
  - a. Escoger la estrategia.
  - b. Resolver el problema registrando el proceso realizado y los cálculos.
4. Visión retrospectiva
  - a. Verificar el proceso para identificar posibles errores.

- b. Verificar si se ha contestado lo que solicita el problema.
- c. Identificar otras posibles estrategias para la solución.

Además, cada fase o etapa tiene una serie de preguntas básicas que se utilizan en cada una de ellas (Pólya, 1989). Estas preguntas son:

- Etapa 1: Comprensión del problema
  - 1. ¿Cuál es la incógnita?
  - 2. ¿Cuáles son los datos?
  - 3. ¿Cuál es la condición?
- Etapa 2: Concepción del plan
  - 1. ¿Conoces un problema relacionado a éste?
  - 2. ¿Conoces algún teorema que pueda utilizar?
- Etapa 3: Ejecución del plan
  - 1. ¿Cada paso es correcto?
  - 2. ¿Puedes demostrarlo?
- Etapa 4: Visión retrospectiva
  - 1. ¿Puedes verificar el resultado?

### *Solución de problemas mediante el método heurístico*

A continuación, se presentan una serie de problemas verbales resueltos mediante la aplicación del método heurístico propuestas por George Pólya (1989). Mediante este proceso, el maestro o la maestra puede guiar al estudiante utilizando las preguntas guías o estrategias descritas en la sesión anterior. Además, debe brindar tiempo a los estudiantes para que respondan a las preguntas y motivarlos en el proceso. Puede que sea necesario aclarar algunos conceptos para lograr trazar un plan lógico y efectivo. Es importante la retroalimentación por parte del docente durante el proceso.

**Problema 1.** Las edades de Juan, Pedro y José suman 34 años. La edad de Juan es 5 años más que el doble de la edad de Pedro. La edad de José es 3 años menos que la edad de Pedro. ¿Qué edad tiene Juan?

| <b>Etapas</b>            | <b>Pregunta guía</b>                                     | <b>Respuesta</b> |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|
| Comprensión del problema | Leer el problema las veces necesarias para comprenderlo. |                  |

| Etapa                    | Pregunta guía                                                         | Respuesta                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Comprensión del problema | ¿Cuál es la incógnita?                                                | La incógnita es la edad que tiene Juan.                                                                                                                                                                     |
|                          | Identificar datos relevantes y los distractores.                      | <p>Los datos son:</p> <p>Las edades de Juan, Pedro y José suman 34 años.</p> <p>La edad de Juan es 5 años más que el doble de la de Pedro.</p> <p>La edad de José es 3 años menos que la edad de Pedro.</p> |
|                          | Determinar si la información provista es suficiente para la solución. | La información provista en el problema es suficiente.                                                                                                                                                       |
|                          | Dividir el problema en partes.                                        | <p>Desde esta etapa se pueden definir las variables.</p> $x = \text{edad de Pedro}$ $2x + 5 = \text{edad de Juan}$ $x - 3 = \text{edad de José}$                                                            |
|                          | Hacer un diagrama o dibujo que facilite la comprensión.               |                                                                                                                                                                                                             |

| Etapa               | Pregunta guía                                                                                                                                                                                                      | Respuesta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concepción del plan | <p>Planificar el proceso de solución.</p> <p>¿Conoces un problema relacionado a éste?</p> <p>Establecer varias estrategias.</p> <p>Determinar qué fórmulas, teorema o procesos debe utilizar para la solución.</p> | <p>Estrategias:</p> <p>Resolver escribiendo una ecuación.</p> <p>Resolver mediante tanteo.</p> <p>Definir las variables.</p> $x = \text{edad de Pedro}$ $2x + 5 = \text{edad de Juan}$ $x - 3 = \text{edad de José}$ <p>Escribir la ecuación.</p> $x + (2x + 5) + (x - 3) = 34$ <p>Resolver la ecuación para determinar el valor de la variable.</p> <p>Sustituir el valor de la variable en las expresiones para determinar la edad de Juan y José.</p> |
| Ejecución del plan  | Escoger la estrategia.                                                                                                                                                                                             | Estrategia escogida: Resolver escribiendo una ecuación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| Etapa              | Pregunta guía                                                         | Respuesta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ejecución del plan | Resolver el problema registrando el proceso realizado y los cálculos. | <p>Escribir la ecuación.</p> $x + (2x + 5) + (x - 3) = 34$ <p>Combinar términos semejantes.</p> $(x + 2x + x) + (5 - 3) = 34$ $4x + 2 = 34$ <p>Resolver con la operación inversa.</p> $4x = 34 - 2$ $4x = 32$ <p>Despejar la variable.</p> $\frac{4x}{4} = \frac{32}{4}$ $x = 8$ <p>Sustituir el valor de la variable en cada expresión.</p> $x = \text{edad de Pedro}$ $x = 8$<br>$2x + 5 = \text{edad de Juan}$ $2(8) + 5$ $16 + 5$ $21$ |

| <b>Etapas</b>        | <b>Pregunta guía</b>                                                                                                                                                                                                                    | <b>Respuesta</b>                                                                                                                                                                  |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | <p>¿Cada paso es correcto?</p> <p>¿Puedes demostrarlo?</p>                                                                                                                                                                              | $x - 3 = \text{edad de José}$<br>$8 - 3$<br>$5$                                                                                                                                   |
| Visión retrospectiva | <p>¿Puedes verificar el resultado?</p> <p>Verificar el proceso para identificar posibles errores.</p> <p>Verificar si se ha contestado lo que solicita el problema.</p> <p>Identificar otras posibles estrategias para la solución.</p> | <p>Para verificar la respuesta, se suman los resultados de las expresiones que representan las edades de Pedro, Juan y José.</p> $8 + 21 + 5 = 34$ <p>Sí. Juan tiene 21 años.</p> |

**Problema 2.** Mónica tiene que cortar una tabla de 30 pies de largo en dos pedazos. Si el pedazo más largo tiene que ser 2 pies más que tres veces la medida del pedazo más corto, ¿cuáles deben ser las longitudes de los dos pedazos, en pies?

| <b>Etapas</b>            | <b>Pregunta guía</b>                                                                          | <b>Respuesta</b>                                                                         |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Comprensión del problema | <p>Leer el problema las veces necesarias para comprenderlo.</p> <p>¿Cuál es la incógnita?</p> | <p>La incógnita es la longitud de los dos pedazos de la tabla.</p> <p>Los datos son:</p> |



| Etapa              | Pregunta guía                                                                                              | Respuesta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | <p>Determinar qué fórmulas, teorema o procesos debe utilizar para la solución.</p>                         | <p>Resolver escribiendo una ecuación.</p> <p>Resolver mediante tanteo.</p> <p>Definir las variables.</p> $x = \text{pedazo corto}$ $3x + 2 = \text{pedazo largo}$ <p>Escribir la ecuación.</p> $x + (3x + 2) = 30$ <p>Resolver la ecuación para determinar el valor de la variable.</p> <p>Sustituir el valor de la variable en las expresiones para determinar la longitud de ambos pedazos de tabla.</p> |
| Ejecución del plan | <p>Escoger la estrategia.</p> <p>Resolver el problema registrando el proceso realizado y los cálculos.</p> | <p>Estrategia escogida: Resolver escribiendo una ecuación.</p> <p>Escribir la ecuación.</p> $x + (3x + 2) = 30$ <p>Combinar términos semejantes.</p> $(x + 3x) + 2 = 30$ $4x + 2 = 30$ <p>Resolver con la operación inversa.</p>                                                                                                                                                                           |

| Etapa                | Pregunta guía                                                                                         | Respuesta                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ejecución del plan   | <p>¿Cada paso es correcto?</p> <p>¿Puedes demostrarlo?</p>                                            | $4x = 30 - 2$ $4x = 28$ <p>Despejar la variable.</p> $\frac{4x}{4} = \frac{28}{4}$ $x = 7$ <p>Sustituir el valor de la variable en cada expresión.</p> $x = \textit{pedazo corto}$ $x = 7 \textit{ pies}$ $3x + 2 = \textit{pedazo largo}$ $3(7) + 2$ $21 + 2$ $23$ $\textit{pedazo largo} = 23 \textit{ pies}$ |
| Visión retrospectiva | <p>¿Puedes verificar el resultado?</p> <p>Verificar el proceso para identificar posibles errores.</p> | <p>Para verificar la respuesta, se suman los resultados de las expresiones que representan las longitudes de ambos pedazos de la tabla.</p>                                                                                                                                                                     |

| Etapa | Pregunta guía                                                                                                                     | Respuesta                                                                                              |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | <p>Verificar si se ha contestado lo que solicita el problema.</p> <p>Identificar otras posibles estrategias para la solución.</p> | <p><math>7 + 23 = 30</math></p> <p>Sí. El pedazo corto mide 7 pies y el pedazo largo mide 23 pies.</p> |

## Referencias

- Akgun, L. (2014). Pre-service Elementary Mathematics Teachers' Problem Solving Strategies. *International Journal of Academic Research*, Vol. 6, No. 2, pp. 178-185.
- Alfaro, C., Barrantes, H. (2008). ¿Qué es un problema matemático? Percepciones en la enseñanza media costarricense. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, Año 3, No. 4, pp. 83-98.
- Cai, J., Lester, F. (2010). *Why Is Teaching with Problem Solving Important to Student Learning?* National Council of Teachers of Mathematics.
- Corral, N., Carleos, C., Blanco, A., García, I., Ramos, A.B. (2014). *El aprendizaje de matemáticas y la resolución de problemas*. Pisa 2012. Informe español.
- Hernández, O., Villafañe, W. (2009). Creencias de los candidatos a maestros sobre la solución de problemas en matemáticas. *Cuaderno de Investigación en la Educación*, No. 24, pp. 165-181.
- Juidías, J., Rodríguez, I. (2007). Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de Educación*, 342, pp. 257-286.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Pérez, Y., Ramírez, R. (2011). Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Fundamentos teóricos y metodológicos. *Revista de Investigación*, Vol. 35, No. 73, pp. 169-194.
- Pólya, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. 15ta ed. México: Editorial Trillas.



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

DOCUMENTO DE ENDOSO DE EXPERTO  
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente yo, \_\_\_\_\_, en calidad de

---

\_\_\_\_\_valido                  \_\_\_\_\_ no valido

la **“Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico”**, la cual será entregada a los maestros de matemáticas de los cursos de Pre-Algebra y Algebra 1 participantes de la investigación *“Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir el método algorítmico en lugar del método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas”*, que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

*Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a dicha universidad de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación y de la información que se solicite y provea a través de ésta.*

**Apéndice J.**  
**Validación de la Guía**



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

DOCUMENTO DE ENDOSO DE EXPERTO  
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente yo, Dr. Richard Mercado en calidad de maestro de matemáticas y doctor en Currículo y Enseñanza de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán

X valido                             no valido

la “Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico”, la cual será entregada a los maestros de matemáticas de los cursos de Pre-Algebra y Algebra 1 participantes de la investigación “Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir el método algorítmico en lugar del método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas”, que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma:

Fecha: 30 de noviembre de 2019

*Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a dicha universidad de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación y de la información que se solicite y provea a través de ésta.*



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

DOCUMENTO DE ENDOSO DE EXPERTO  
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente yo, Dra. Ana H. Quintero, en calidad de catedrática del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras

X valido      \_\_\_\_\_ no valido

la "Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico", la cual será entregada a los maestros de matemáticas de los cursos de Pre-Algebra y Algebra 1 participantes de la investigación "Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir el método algorítmico en lugar del método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas", que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma:

A. H. Quintero

Fecha:

16 de febrero de 2020

*Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a dicha universidad de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación y de la información que se solicite y provea a través de ésta.*



Universidad Interamericana de Puerto Rico  
Recinto de San Germán  
Programa Doctoral en Educación

DOCUMENTO DE ENDOSO DE EXPERTO  
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente yo, Dr. Carlos M. Martínez Bonilla en calidad de Profesor y doctor en Educación Matemática de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán

X valido      \_\_\_\_\_ no valido

la "Guía para la enseñanza de las matemáticas mediante el método heurístico", la cual será entregada a los maestros de matemáticas de los cursos de Pre-Algebra y Algebra 1 participantes de la investigación "Factores que inducen al maestro de matemáticas de nivel intermedio a preferir el método algorítmico en lugar del método heurístico para la solución de problemas verbales de matemáticas", que realizará Joane M. De Jesús Dátiz como estudiante doctoral de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de San Germán.

Firma:

Fecha:

Dic 4/2019

*Nota aclaratoria: La universidad indicada no se solidariza necesariamente con las opiniones, o preferencias que puedan surgir por razón de esta investigación. Se releva a dicha universidad de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades de la investigación y de la información que se solicite y provea a través de ésta.*