



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Tipología de problemas y desarrollo
de la creatividad

Presentado por: Felipe Cambón Pereña
Línea de investigación: Métodos pedagógicos
Director/a: Cayetano Medina

Ciudad: Irún
Fecha: 04/12/12

RESUMEN: El presente Trabajo de Fin de Máster realiza un estudio sobre la conveniencia de utilizar métodos que potencien la creatividad en el aula de Matemáticas, más específicamente en los cursos de Bachillerato. Informa, asimismo, acerca de la conveniencia del uso de técnicas creativas en el aula. El objetivo principal del mismo es obtener conclusiones sobre la imagen y las actitudes que profesores y alumnos tienen acerca del concepto de creatividad y uso de técnicas heurísticas. Los resultados obtenidos demuestran que la creatividad sigue siendo a día de hoy una realidad todavía alejada del aula y que, si bien la inclusión de problemas creativos aumenta el interés del alumnado hacia la asignatura, no lo hace de un modo que pueda considerarse significativo.

Palabras clave: creatividad, heurística, actitud.

ABSTRACT: This Final Master Work performed a study on the appropriateness of using methods that foster creativity in the mathematics classroom, specifically in high school courses. Also reports on the desirability of using creative techniques in the classroom. The main purpose of it is to draw conclusions about the image and the attitudes that teachers and students have about the concept of creativity and use of heuristics. The results show that creativity is still today a reality yet away from the classroom and that while the inclusion of creative problems increases the interest of the students towards the subject, it does in a way that could be considered significant.

Keywords: creativity, heuristics, attitude.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| ÍNDICE..... | 2 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 1.1 Justificación del trabajo y su título..... | 3 |
| 1.2 Planteamiento del problema..... | 4 |
| 1.3 Objetivos..... | 4 |
| 1.4 Breve fundamentación de la metodología..... | 5 |
| 1.5 Breve justificación de la bibliografía utilizada..... | 6 |
| 2. CREATIVIDAD Y EDUCACIÓN: desarrollo teórico..... | 7 |
| 2.1 Algunas definiciones del término creatividad..... | 7 |
| 2.2 La necesidad de una educación creativa..... | 8 |
| 2.3 El papel de las matemáticas..... | 10 |
| 2.3.1 La visión histórica..... | 10 |
| 2.3.2 La situación actual..... | 13 |
| 2.4 La relación entre el alumno de matemáticas y la creatividad..... | 14 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 17 |
| 3.1 Resultados y análisis..... | 22 |
| 3.1.1 Resultados obtenidos de la encuesta realizada por los profesores...22 | |
| 3.1.2 Resultados obtenidos de la actividad realizada por los alumnos.....27 | |
| 4. PROPUESTA PRÁCTICA..... | 36 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 38 |
| 6. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS..... | 41 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA..... | 42 |
| 7.1 Libros y artículos citados en el trabajo..... | 42 |
| 7.2 Bibliografía complementaria..... | 42 |
| 8. ANEXOS..... | 44 |

1. Introducción

1.1 Justificación del trabajo y su título

El deseo de realizar una investigación sobre un concepto tan abstracto como la creatividad, al contrario de lo que pueda pensarse, responde a lo que a día de hoy ha de considerarse una necesidad de la educación actual. El concepto de creatividad aparece a menudo como una meta utópica e inalcanzable en la mayoría de los actuales planes de estudio. Más aún, se ve relegado a un plano secundario en favor de un modelo de enseñanza-aprendizaje clásico centrado en el razonamiento lógico.

La necesidad de recurrir a una potenciación de la creatividad en el alumnado viene directamente exigida por las características de nuestra sociedad. La época actual, dominada a todas luces por la llamada sociedad de la información y la cultura digital, exige a los jóvenes una flexibilidad que hasta hace no mucho tiempo no se consideraba demasiado importante. Las empresas demandan cada vez más personas creativas y flexibles, capaces de adaptarse a nuevos modelos de funcionamiento y trabajo de duración cada vez más limitada.

El sistema educativo actual no parece favorecer el desarrollo de esta necesaria creatividad en los alumnos. Uniformiza pensamientos a menudo y menosprecia las formas de razonar que se salen de las consideradas correctas. Es un problema del que se está hablando mucho en los últimos tiempos pero al que no se acaba de encontrar una salida que satisfaga a todas las partes. Los currículos están a menudo muy ajustados y a los docentes no les queda otro remedio que ceñirse a lo indicado por las administraciones. La educación, sin embargo, debe ser columna principal en esta formación creativa de los estudiantes. Debe fomentar el pensamiento divergente y la opinión crítica en el alumno frente a las realidades que afrontará en la vida. Esto, aunque suponga un reto de altura, debe afrontarse desde todas y cada una de las materias impartidas en los centros escolares.

La matemática, por su carácter formal y exigente, puede ser un campo más que apropiado para fomentar este tipo de enseñanza. Estudiándola desde el punto de vista adecuado, puede hacer pensar al alumno, invitarle a buscar soluciones a problemas que después podrán extrapolarse a diferentes ámbitos sociales, culturales o laborales. Un tratamiento de la misma basándose en técnicas reconocidas como la heurística pueden dar lugar a nuevas actitudes en el alumnado, reticente por lo general al estudio de la asignatura y a menudo también cargado con una baja autoestima hacia la misma.

Con el presente estudio, se desea invitar al alumno a descubrir una manera distinta de estudiar la matemática, ponerle a prueba en campos en los que no está acostumbrado a trabajar y ver de lo que es capaz. El trabajo de campo que se ha realizado en el Instituto Pío Baroja ha ido precisamente encaminado en este sentido, obteniendo los resultados que se verán más adelante.

1.2 Planteamiento del problema

La metodología de enseñanza de las matemáticas sigue un estilo tradicional. Se basa en lo dictado por las administraciones y los libros de texto, y hace uso de la pizarra como elemento único durante la impartición de las clases. El uso de las TIC es, además, prácticamente nulo.

Como sucede a nivel general, la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas no es buena. La consideran a menudo una asignatura rígida y aburrida en la mayoría de los casos, incluso entre el alumno del Bachillerato Científico y Tecnológico.

Teniendo en cuenta esta coyuntura, que afecta tanto a docentes como a alumnos, se ha planteado la realización un estudio en el que ambos grupos se vieses afectados. Por una parte, la voluntad de conocer la imagen e interés que respecto a la creatividad tiene el profesorado del centro; por otro, los resultados obtenidos tras la prueba que se detallará más adelante sobre un grupo concreto de alumnos.

1.3 Objetivos

Podemos hablar de un doble objetivo para este Trabajo de Fin de Máster. En primer lugar, analizar la imagen que de la enseñanza creativa tienen los profesores del claustro de Matemáticas del Instituto Pío Baroja. Por otro lado, analizar el impacto que tiene el uso de técnicas creativas sobre el rendimiento del alumno tras una prueba de campo relacionada con dos grupos de 1º curso de Bachiller de dicho instituto.

Podríamos considerar estos dos objetivos los objetivos generales del estudio. A modo de objetivos específicos podríamos nombrar los siguientes:

- Comparar la valoración e imagen que de la creatividad tienen los distintos profesores de Matemáticas del centro.

- Comparar el grado de dificultad que supone para el alumno en general la realización de actividades tradicionales con relación a actividades creativas.
- Comparar los resultados de las pruebas realizadas a los alumnos entre dos grupos distintos y entre el género masculino y femenino.
- Evaluar las expectativas de los alumnos tras la realización de la prueba propuesta.
- Evaluar la importancia el profesorado da a teorías favorecedoras de la creatividad como la heurística y el constructivismo.
- Evaluar la imagen que el alumno tiene de la asignatura en la actualidad y compararla con la imagen que tendría si ésta viniese guiada por técnicas creativas.

1.4 Breve fundamentación de la metodología

La metodología utilizada para la confección de este estudio ha tenido su origen en varios métodos diferentes. En primer, se ha realizado una investigación bibliográfica partiendo de criterios generalistas y enfocándolos después hacia aspectos más particulares del trabajo. Así, se ha hecho en primer lugar un análisis general sobre la creatividad en la enseñanza, para después particularizarla en la asignatura de matemáticas sobre la que versa el trabajo.

Por otra parte, se estimado oportuno realizar una investigación de campo sobre el tema en cuestión. Ésta se ha dividido en dos partes bien diferenciadas. En primer lugar, se ha propuesto una serie de preguntas a los profesores del claustro de matemáticas del Instituto Pío Baroja sobre aspectos generales de creatividad. Se ha repartido así un cuestionario donde el profesorado valorase cuantitativamente estos aspectos y poder obtener valores numéricos y gráficos a partir de ellos. Por otro lado, se ha propuesto una serie de problemas a los alumnos de 1º curso de Bachiller del instituto. En primer lugar, se les ha propuesto la realización de un problema matemático de características clásicas, cuya resolución se apoyase claramente en el conocimiento de los algoritmos correspondientes. En segundo lugar, se ha entregado un problema basado en técnicas heurísticas, de modo que pudieran analizarse a partir de los resultados otros aspectos como la motivación o la dificultad ante ambos ejercicios. A continuación, se les ha entregado una serie de preguntas para que recapitasen sobre el trabajo realizado. El objetivo de estos problemas ha sido ofrecer una visión distinta del estudio de matemáticas tradicional y ver en qué

medida una forma distinta de tratar la asignatura puede tener resultados positivos en su actitud hacia la misma.

1.5 Breve justificación de la bibliografía utilizada

Es evidente que, en la época actual en que nos encontramos, con un exceso de información, la necesidad de utilizar una bibliografía fiable toma una vital relevancia en estudios como el que se ha llevado a cabo. Se ha partido por este motivo de bases de datos existentes en Internet con una fiable reputación para todas las búsquedas.

La elaboración de un marco teórico adecuado ha venido por ello definida en varias fases. En primer lugar se han realizado búsquedas sobre conceptos generales y definiciones del término creatividad, que han tratado de enlazarse viendo las diferencias y sinergias que surgían entre ellas. Partiendo de este concepto tan amplio, se ha delimitado después la bibliografía para tratar de llenar el mundo de la educación creativa. Un siguiente paso ha sido el abordaje que sobre este tema realiza la matemática. En último lugar, profundizando aún más en el estudio, se ha buscado información precisa sobre las actitudes de los alumnos hacia la asignatura y las maneras en que éstas podrían variar.

En todos los casos, se ha tratado de ser exigente con la calidad de la información obtenida y crítico a su vez con la relación que pudiese tener con el estudio actual.

2. Creatividad y educación: desarrollo teórico

2.1 Algunas definiciones del término creatividad

Dado el papel central que posee la creatividad en el estudio que se presenta, se ha estimado oportuno comenzar este apartado con una serie de definiciones de dicho término, de manera que se pueda tener una visión general de los distintos significados y acepciones que dicha capacidad ha suscitado en diferentes autores. La más objetiva, por razones puramente académicas, podría considerarse la que define la creatividad como “facultad de crear”, entendiendo por crear “producir algo de la nada” o “establecer, fundar, introducir por vez primera algo; hacerlo nacer o darle vida, en sentido figurado” (Real Academia de la Lengua Española, 2001). Se trata, lógicamente, de una definición que busca la objetividad ante todo, siendo lógico viniendo de la institución de que proviene. Otras, como la siguiente, añaden la cualidad del valor de lo creado y su temporalización. Así, se habla también de “innovación valiosa y de reciente creación” (Diccionario de las Ciencias de la Educación Santillana, 1995 pp. 333-334).

Guilford (1952) (citado por Arteaga, 2010; pag 3), la cita también cuando afirma que “la creatividad, en sentido limitado, se refiere a las aptitudes que son características de los individuos creadores, como la fluidez, la flexibilidad, la originalidad y el pensamiento divergente”. Este autor da una serie de ejemplos dentro de su definición de creatividad, a modo de ingredientes necesarios para que exista la misma. Ausubel (1963), por su parte, parece querer dar cierta exclusividad a la persona creativa, más que por la capacidad de generar algo nuevo. Considera, según sus palabras, que lo creado debe ser algo extraordinario para que el sujeto pueda considerarse una persona creativa. Así, indica que “la personalidad creadora es aquella que distingue a un individuo por la calidad y originalidad fuera de lo común de sus aportaciones a la ciencia, al arte, a la política, etcétera”.

Es diferente el punto de vista que utiliza Mitjás (1995), que prefiere hacer hincapié en el entorno donde se mueve la persona creativa, en su capacidad de adaptarse al mismo y resolver una situación propia de dicho ámbito. Habla por ello de la creatividad como el proceso de descubrimiento o producción de algo nuevo que cumple exigencias de una determinada situación social, proceso que, además tiene un carácter personalógico.

En un ámbito más cercano geográfica y temporalmente, López y Recio (1998), se refieren a la creatividad como “un estilo que tiene la mente para procesar la información, manifestándose mediante la producción y generación de situaciones,

ideas u objetos con cierto grado de originalidad; dicho estilo de la mente pretende de alguna manera impactar o transformar la realidad presente del individuo”, definición que otorga especial relevancia a la búsqueda de una solución concreta, a la modificación de las circunstancias actuales del sujeto creativo.

En mi opinión, una combinación de las dos siguientes definiciones sería las que más se acercaría al concepto de creatividad que se quiere tratar en el presente estudio. Me refiero a la aportada por la Enciclopedia de Psicopedagogía Océano (1998 pp. 779-780), como “disposición a crear que existe en estado potencial en todo individuo y a todas las edades”; y la más sintética y de gran lucidez aportada por Robinson (2009), que la define como “proceso de tener ideas originales que tengan valor”. Por un lado, las características principales la personalización de dicha capacidad y, sobre todo, la extensión de la misma a todos los individuos, de lo cual se hablará en posteriores apartados. Por otro, el conjunto inseparable de originalidad y valor del que habla Robinson, necesario a todas luces en el ámbito matemático en el que nos moveremos en adelante.

2.2 La necesidad de una educación creativa

Parece, a priori, que hablar de creatividad en la época actual no responde de ninguna de las maneras a ningún capricho de los nuevos modelos de educación. La creatividad comienza a ser una necesidad educativa desde el momento que reconocemos la actual situación laboral y social. La demanda de empleo no responde ya a unos patrones únicos y establecidos como ocurría hace algunos años. El mundo está cambiando a una velocidad anormalmente rápida, el conocimiento caduca de un día para otro y la necesidad de adaptarse es apremiante. Según Robinson (2009 p. 34), “la cuestión es que la mayoría de los sistemas educativos de masas se crearon hace relativamente poco, en los siglos XVIII y XIX, y se diseñaron para responder a los intereses políticos de aquellos tiempos, marcados por la Revolución Industrial en Europa y en Norteamérica. Este planteamiento de la educación coarta una de las habilidades que necesitan más los jóvenes para abrirse paso en el cada vez más exigente mundo del siglo XXI: el pensamiento creativo”. Añade, además, sin temor a ser demasiado tajante que “nuestro sistema educativo agota sistemáticamente la creatividad de los niños”. Su teoría demuestra de algún modo que las capacidades creativas son muy importantes en los chicos y chicas de menor edad, pero éstas quedan aniquiladas a medida que pasan los años por el carácter en pro de la uniformización de los actuales sistemas educativos. Es muy significativa la metáfora

que en este sentido plantea Delone (2005): “un alumno no es un recipiente que hay que llenar de conocimientos, sino una antorcha que hay que encender”.

Es imposible conocer cómo será el mundo dentro de unos años. Nadie podría pensar hace veinte años que nos comunicaríamos de la manera en que lo hacemos hoy día, al igual que nadie puede saber hoy cómo lo haremos dentro de ni tan siquiera un año. Ante este panorama, la necesidad de una educación creativa toma aún más fuerza. El razonamiento lógico parece ser ya insuficiente, necesita ser complementada con otros tipos de razonamiento divergente, lateral y no formal, que den lugar a estructuras creativas. Sin embargo, los motivos para que esta educación creativa no se lleve a cabo son hoy por hoy demasiado abundantes. Así, Robinson (2009) afirma que “la concepción de inteligencia como inteligencia lógica se encuentra en el centro de nuestros sistemas educativos y sostiene buena parte de la multimillonaria industria que se dedica a la preparación y elaboración de exámenes y que vive de la educación pública en todas las partes del mundo. Se encuentra en el centro de la noción de habilidad académica, domina los exámenes de acceso a la universidad, sostiene la jerarquía de asignaturas de la educación y representa la base del concepto de coeficiente intelectual”. Además, existe una presión social para alumnos y profesores por la rigidez quizá demasiado fuerte del sistema actual de educación. A menudo, los currículos cerrados dificultan la inclusión de este tipo de actividades en el aula. El Ministerio de Educación plantea unos temas de estudio de los cuales el profesor tiene ciertas dificultades para escapar y que a menudo plantean ciertas dificultades para la inclusión en los mismos de actividades creativas. Las materias a impartir son amplias a menudo y el tiempo, como siempre, un recurso escaso del que sería conveniente aprender a sacar mejor provecho. La flexibilidad brilla por su ausencia en los currículos, no parece existir un espacio donde el docente pueda experimentar con sus alumnos de cara a ofrecerles otros modelos de enseñanza-aprendizaje. Pruebas como la Selectividad obligan a los docentes a ceñirse a temarios previamente estipulados, sin margen para nada más. Incluso éticamente el docente no puede renunciar a seguir el currículo, ya que del resultado de pruebas como ésta dependerá la futura vida profesional del alumno.

Las opiniones que han tratado de revocar este paradigma son también muy numerosas. De esta manera, Puig Adam asegura que “la enseñanza debía ser una enseñanza creativa, donde el niño construya y descubra el conocimiento a través de una actividad de búsqueda incesante de lo nuevo”. Otros autores relacionan directamente calidad y creatividad. Es el caso de De la Torre (1995) (citado por Arteaga, 2010), cuando afirma que “la creatividad tiene que estar presente en todo

planteamiento orientado a la mejora de la calidad”, ó de Martínez (1995) (citado por Arteaga, 2010): “no se puede hablar de calidad al margen de la creatividad”.

Otra barrera importante que ha de superar la educación creativa son los prejuicios que han caído históricamente sobre la capacidad creativa de los individuos. A este respecto, parecen totalmente acertadas las afirmaciones de Vigotsky (1981) cuando defiende que la creatividad existe potencialmente en los seres humanos, y es susceptible de ser desarrollada; es decir, que no es privativa de los genios, sino que está presente en cualquier ser humano que imagine, transforme y cree algo. También las de Robinson (2009): “hay mitos en torno a la creatividad. Uno de ellos es que sólo la gente especial es creativa. Esto no es cierto. Todo el mundo nace con tremendas capacidades creativas, la cuestión está en desarrollarlas. A menudo cuando la gente dice que no es creativa se debe a que no sabe lo que implica o cómo funciona la creatividad en la práctica”. Robinson (2009) continúa sobre el mismo tema diciendo que “otro mito consiste en creer que las personas son creativas o no lo son. Este mito sugiere que la creatividad es un rasgo supuestamente fijo, como el color de los ojos, y que no se puede hacer demasiado por cambiarlo. Pero la verdad es que resulta muy factible volverse más creativo en el trabajo y en la vida. El paso esencial, y el primero, es entender la estrecha relación entre la creatividad y la inteligencia”.

Una vez introducido el concepto de creatividad a nivel general y justificada la necesidad de su inclusión en la actual educación, pasaremos a continuación a analizar la especial importancia que puede tener el tratamiento de esta facultad en el ámbito de la asignatura de Matemáticas, a la cual va enfocada el desarrollo del presente estudio.

2.3 El papel de las matemáticas

2.3.1 *La visión histórica*

La matemática no es una ciencia estática donde todo ya fue descubierto. Evoluciona al igual que evolucionan el resto de las ciencias. Según Arteaga Valdés (2010), “separar los conceptos Matemática y Creatividad o no tener en cuenta la creatividad en la matemática sería negar la propia historia del surgimiento y desarrollo de esta ciencia. Las matemáticas actuales no se hacen, no tiene sentido descubrir o construir lo que otros ya hicieron; el entorno que rodea a los alumnos, al parecer, no tiene ninguna vinculación con la matemática que ellos deben aprender”. Veamos a continuación algunas corrientes de pensamiento del ámbito matemáticos que,

relacionadas siempre con el desarrollo de la creatividad, han colaborado al avance de la propia ciencia en sí.

➤ El constructivismo

Históricamente, dos visiones contrapuestas han convivido en el modo de ver y tratar la matemática y sus aplicaciones. La primera es la denominada visión idealista-platónica, cuya idea principal queda bien sintetizada en las palabras de Godino, Batanero y Font (2003): “el alumno debe adquirir primero las estructuras fundamentales de las matemáticas de forma axiomática. Se supone que una vez adquirida esta base, será fácil que el alumno por sí solo pueda resolver las aplicaciones y problemas que se le presenten”. Opuesta a ella es la visión constructivista que, según los mismos autores, afirma que “debe haber una estrecha relación entre las matemáticas y sus aplicaciones a lo largo de todo el currículo” (Godino, Batanero y Font, 2003). Parece que la defensa de un pensamiento creativo sólo puede venir por el camino marcado por esta última visión. Así, Godino, Batanero y Font (2003), se decantan claramente por ella cuando afirman que “las matemáticas son pues más constructivas que deductivas, desde la perspectiva de su elaboración y adquisición. Si desligamos el conocimiento matemático de la actividad constructiva que está en su origen, corremos el peligro de caer en puro formalismo. Perderemos toda su potencialidad como instrumento de representación, explicación y predicción”.

Bien relacionado con esto están las afirmaciones de Gregorio (2002), “la cuestión es enseñar a los niños formas de cálculo que partiendo de sus conocimientos matemáticos les permitan controlar el proceso y el resultado del cálculo que están haciendo, y seguir aprendiendo: imaginación y sentido numérico, agilidad y cálculo mental... Porque los niños “saben” y tienen conocimientos matemáticos con los que intentan resolver (cómo cada cultura a lo largo de la historia) problemas complejos. Tan sólo tenemos que darles la oportunidad de respirar matemáticamente, de especular y de descubrir, de reconstruir conocimientos, dialogando en el aula, conversando y poniéndose de acuerdo (socializando los saberes matemáticos)”. Esta idea parece remarcar la necesidad de un cambio de visión de la enseñanza de las matemáticas, que afecta, lógicamente también, a los docentes. Continúa Guirles (2002) diciendo que: “unido a todo lo anterior, debemos ser conscientes de que este modelo conlleva necesariamente, y éste es el elemento nuclear de todo el planteamiento constructivista, un cambio radical en la concepción del propio papel que el profesor/a debe desempeñar en el aula. Papel más de mediador en la

cooperación, de persona que dialoga para aprender, que de simple y tradicional instructor que trata a los alumnos/as como ignorantes a los que debe transmitir sus conocimientos”.

➤ La resolución de problemas y la heurística

Hemos de buscar, por ello, métodos que hagan al alumno experimentar por sí mismo. Probar, fallar o equivocarse parecen procesos fundamentales. Como se ha indicado en el punto anterior, el estudio de las materias de forma rígida favorece el proceso de razonamiento lógico de los estudiantes, pero deja a menudo de lado otros igualmente importantes. Es adecuado que el alumno experimente sin conocer los algoritmos, que pruebe distintas vías para resolver un problema. Continuando con Arteaga Valdés (2010), “las matemáticas escolares deben dejar de concebirse ya como un objeto acabado que hay que dominar y se ha comenzado a considerar como una actividad humana, con margen para la creatividad, la intuición y el pensamiento lateral o divergente, especulativo y heurístico, que es necesario cultivar y desarrollar respetando la individualidad y el ritmo de cada uno de los estudiantes”. Del mismo modo, De Prado (2006) afirma que “si las matemáticas resultan mecánicas, repetitivas y aburridas debido a una enseñanza racionalista, abstracta y deductiva, es porque no afectan al potencial de descubrimiento e intuición, de imaginación y razonamiento dialéctico que caracteriza el pensamiento natural de los seres humanos. Ese aprendizaje se basa en términos dialécticos de ensayo y error, al reproducirse avances y retrocesos, aciertos y errores. Esta dinámica puede dar vida, sentido de ilusión, de reto y de riesgo a los alumnos y a los profesores”. En este sentido, y sobre el mismísimo Albert Einstein, Isaacson (2007) (citado por Robinson, 2009) dice que “cuando era estudiante, a Einstein nunca se le dio bien el aprendizaje por memorización. Más tarde, como teórico, no le vino de la fuerza bruta del poder de sus procesos mentales, sino de su creatividad e imaginación. Podía construir complejas ecuaciones, pero además, y más importante, sabía que las matemáticas eran el lenguaje que la naturaleza utiliza para describir maravillas”.

Hablamos por ello de la resolución de problemas y del uso de las estrategias heurísticas como el camino más directo para potenciar el pensamiento creativo en el alumno desde el campo de las matemáticas. El origen de la heurística se remonta a 1931, cuando Polya presentó en Zurich, ante la sociedad Suiza de profesores de Matemática, una conferencia donde presentó “un nuevo método de enseñanza” bajo el título: “Cómo buscar la solución de un problema de matemáticas”, basado en la heurística, de la cual más tarde, expresó: “La heurística moderna trata de

comprender el método que conduce a la resolución de problemas, las operaciones mentales típicamente útiles de este proceso” (Polya, 1945) (citado por Arteaga, 2010).

La metodología presentada por Polya puede de este modo servir como punto de referencia para la introducción de métodos de enseñanza distintos a los habituales en el aula de matemáticas, enfocados siempre al desarrollo creativo del alumnado, objetivo prioritario de nuestro estudio. Citando a Arteaga Valdés (2010) para finalizar, “se sabe por numerosos estudios sobre la psicología de la actividad creadora que el razonamiento heurístico es un componente importante de dicha actividad”.

2.3.2 La situación actual

Me parece acertado comenzar este apartado citando de nuevo a Robinson (2009, p. 110), que explicita una afirmación la cual ha estado en alguna ocasión en la mente de casi todo el que se haya interesado por el interés que suscita la asignatura de matemáticas en las aulas: “Conozco a muchas personas que han perdido el interés por las matemáticas de por vida porque nadie los ayudó a ver las posibilidades creativas de esa materia”.

Es tan simple como real. La matemática aparece todavía como el “ogro” en numerosos planes de estudio. Esto parece responder a unos métodos de enseñanza que quizá deberían haber evolucionado a otro ritmo y que en ocasiones suponen una desmotivación para el alumno.

Parece, por ello, plausible la idea de buscar la fórmula para introducir elementos que potencien la creatividad en todas las aulas, y, por qué no, en la de matemáticas. Según Arteaga Valdés (2010), “la Educación Matemática tiene que ser una educación creativa, es decir, una educación que promueva un aprendizaje productivo y creador, que fomente en los escolares una actitud científica y creativa ante la vida”. Esta idea nos da pie a despegarnos de una vez de la enseñanza basada únicamente en el trabajo de la inteligencia lógica, habitual y casi exclusiva en los currículos actuales. Este mismo autor observa que “es obvio que la matemática, al ser considerada como disciplina prototipo del razonamiento, tiene grandes cuotas de responsabilidad en la formación del pensamiento lógico de los alumnos; pero en múltiples ocasiones tener un pensamiento lógico desarrollado no le permiten al alumno resolver determinados problemas (aritméticos, geométricos, etc.) para los que se requiere de una elevada dosis de imaginación, fantasía y creatividad, lo que nos dice que el

pensamiento lógico o las formas de razonamientos asociadas a él no son suficientes, luego es necesario que las matemáticas escolares se encarguen de formar y priorizar en la formación de los alumnos, aquellas formas de razonamiento comprometidas con el comportamiento creativo, y que se complementan con el pensamiento lógico en la solución de aquellos problemas, que demandan de altas dosis de creatividad”.

Consecuencia directa de la idea que venimos tratando es que este aumento de la creatividad del alumno se verá reflejado en una mejora de la capacidad de respuesta en distintos ámbitos de la vida, en una mayor flexibilidad ante los cambios que le tocará vivir, en una mayor confianza en sí mismo si consigue superar esos cambios. No se trata, asimismo, de potenciar de esta manera únicamente la creatividad matemática, sino una creatividad de carácter más global. Según Mitjans (1989) (citado por Arteaga, 2010), “la tarea fundamental de la Educación Matemática en lo adelante es precisamente fomentar el desarrollo- no de la creatividad matemática, la que entendemos es privativa sólo de un grupo minoritario de alumnos- sino de las potencialidades creativas de cada uno de los alumnos, o lo que algunos autores llaman creatividad general; lo que implica el desarrollo no de un grupo de conocimientos y habilidades específicas, sino de aquellos recursos personológicos que están comprometidos con el comportamiento creativo”. Éste será precisamente el objetivo general del estudio que llevaremos a cabo. Extrapolar la creatividad matemática a todos los ámbitos posibles, lo cual se hará efectivo de una manera indirecta e inconsciente, ya que, como afirma D’Ambrosio (1996) (citado por Arteaga, 2010), las matemáticas son una cosa que se encuentra en todas las culturas. Toda la naturaleza está repleta de formas y figuras matemáticas. Todo el universo responde a algún conocimiento matemático.

2.4 La relación entre el alumno de matemáticas y la creatividad

Uno de los aspectos fundamentales que se pretende estudiar en el presente trabajo es la mejora que el alumno de matemáticas puede sufrir en su actitud hacia la asignatura empleando algunos métodos didácticos alternativos. Como se ha comentado en el anterior apartado, la resolución de problemas mediante métodos heurísticos puede ser un camino apropiado en este sentido, como se tratará más adelante en el estudio de campo realizado.

Es conocido, y no por ello menos cierto, el argumento general del alumnado acerca de la lejanía de la enseñanza clásica de las matemáticas con respecto a su mundo más cercano. Así lo expresan Núñez, González-Pineda y Álvarez (2005), cuando

afirman en su estudio que la utilidad de las matemáticas de cara al futuro presenta un descenso significativo más acentuado a medida que se sube en los cursos académicos. Este hecho, tal vez se explique por la forma en que se explican y presentan las matemáticas, en muchos casos, alejadas de la vida real, de forma descontextualizada, de manera que los estudiantes no perciben cual es la relación de los contenidos matemáticos que estudian con el aumento de su competencia para ser capaces de resolver problemas de la vida cotidiana. De ahí la insistencia de muchos de los investigadores de la necesidad de conectar la teoría con la práctica, especialmente en los menos capaces o en aquellos que presentan un ritmo de aprendizaje más lento. Esto viene a recalcar la importancia de una metodología constructivista, como se nombró en el apartado anterior.

El alumno, por norma general, no suele tener además un buen concepto de sí mismo en cuanto a su capacidad de aprendizaje matemático. Como indican Ursini, Sánchez y Orendain (2004, pag 76): “la mayoría de los alumnos encuestados tienen una autoestima baja (43.7%) o muy baja (8.9%) en relación con su capacidad para trabajar en matemáticas. Sólo un 9.8% consideran que son buenos para las matemáticas”. También en este sentido, Quiles (1993, pag 115) afirma que “la hipótesis actitudinal, se invoque o no el innatismo para sostenerle, es la predilecta para explicar el fracaso de los alumnos en matemáticas. Otra muy distinta, aunque complementaria, sería la adecuación de la instrucción y la aptitud educativo-matemática del docente”.

Así, ante este panorama tan poco halagüeño, no nos queda otra opción que buscar métodos alternativos que puedan hacer crecer la autoestima del alumno y su actitud hacia la asignatura. En este sentido, Quiles (1993, pag 121) remarca que “la actitud hacia las matemáticas se define como la tendencia por parte de los individuos a responder, positiva o negativamente, a la asignatura. La importancia de desarrollar actitudes positivas hacia una materia determinada se considera como un medio para preparar al estudiante a usar las habilidades y conocimientos adquiridos, así como para acercarle al estudio de dicha materia (los sentimientos negativos llevan a su rechazo)”.

Parece, por todo ello, que un acercamiento de la matemática a la realidad puede llevar a una mejora de la actitud del alumno hacia la asignatura. También el hecho de sentirse partícipe en ella y no un mero espectador. Así, se ha observado que “en esta experiencia se necesita un compromiso por parte de los alumnos, un contrato en el que los estudiantes aceptan involucrarse en el papel de actor y no se refugian en el papel único de ejecutores” (Douady, citado por Cubillo, Ortega, 2000 ; pag

190). Cubillo, Ortega (2000, pag 200) consideran además que “la importancia que los alumnos conceden a las matemáticas para su formación personal es alta, y esta valoración se ve ligeramente modificada, de forma positiva, a partir de la experiencia”.

No es ni mucho menos descabellado, a partir de los estudios mostrados, pensar en un cambio de rumbo en los métodos de enseñanza-aprendizaje actuales, de cara a acercarnos más a metodologías más relacionadas con la experiencia y cercanas a su vez a las realidades de los alumnos.

Si con esto se consigue una mejora de la actitud del alumno hacia la asignatura, se habrá dado un gran paso, ya que la actitud es siempre antecedente del cambio de comportamiento. Es necesario, asimismo, enfocar nuestros esfuerzos hacia este cambio de comportamiento que traerá sin duda consecuencias, positivas siempre, en la potenciación de la creatividad del alumno que estamos tratando en el presente estudio.

3. Materiales y métodos

La primera parte del estudio de campo, como ya se ha indicado anteriormente, ha consistido en un formulario de preguntas realizadas a los profesores del claustro de matemáticas del Instituto Pío Baroja. El grupo constaba de un total de 6 profesores de edades comprendidas entre los 40 y los 57 años, siendo 4 de ellos hombres y 2 mujeres. Dado a que en dicho instituto no se imparte educación secundaria, la totalidad de los docentes imparten clase en 1º y 2º curso de Bachillerato, tanto del Científico y Tecnológico como del de Humanidades y Ciencias Sociales. El formulario se ha entregado en papel ya que parecía la manera más cómoda y habitual para todos.

Se muestra a continuación dicho formulario:

ENTREVISTA A PROFESORES SOBRE CREATIVIDAD EN MATEMÁTICAS

Alumno en prácticas: Felipe Cambón

Edad:

Hombre: **Mujer:**

- 1) En el ámbito de la educación, ¿qué te sugiere la palabra creatividad? Puede marcarse más una opción.
- i. Una utopía.
 - ii. Una realidad alejada de las aulas.
 - iii. Una aptitud de unos pocos privilegiados.
 - iv. Una necesidad para la sociedad actual.
- 2) Indica cuál de estas dos visiones crees que es más adecuada para la educación matemática actual.
- i. Idealista: el alumno debe adquirir primero las estructuras fundamentales de las matemáticas de forma axiomática. Se supone que una vez adquirida esta base, será fácil que el alumno por sí solo pueda resolver las aplicaciones y problemas que se le presenten.
 - ii. Constructivista: debe haber una estrecha relación entre las matemáticas y sus aplicaciones. Es importante mostrar a los alumnos la necesidad de cada contenido matemático antes de ser presentado.
- 3) En la primera fila, indica el grado de importancia que en tu opinión se le da al **desarrollo de la creatividad** en la educación matemática actual. En la segunda, cuál se le debería dar (1 es ninguna importancia y 7 máxima importancia).

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

- 4) En la primera fila, indica el grado de importancia que en tu opinión se le da a la **resolución de problemas** en la educación matemática actual. En la segunda, cuál se le debería dar (1 es ninguna importancia y 7 máxima importancia).

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

- 5) Indica el grado de importancia que das a la **heurística** en tus clases. Marca 1 si no la conoces o no la utilizas.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

Indica tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones, teniendo presente que 1 es totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo.

- 6) Existe en la actualidad una verdadera necesidad de potenciar la creatividad entre los alumnos.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

- 7) El uso de la creatividad en el aula llevaría a disminuir el grado de apatía que los alumnos sienten hacia las matemáticas.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

- 8) El currículo actual de matemáticas permite la inclusión en el aula de actividades enfocadas a potenciar la creatividad.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

La segunda parte del estudio de campo, que complementa a la primera y aporta el otro punto de vista fundamental en cualquier estudio de enseñanza-aprendizaje, fue realizada sobre dos grupos de alumnos de matemáticas del Instituto Pío Baroja. Las alternativas iniciales para la realización de esta parte del estudio fueron numerosas. Es importante remarcar la dificultad de una medición de la mejora de la creatividad en los alumnos, por lo que se creyó oportuno plantear dos problemas de diferente carácter a los alumnos y ver tanto sus resultados como sus diferentes actitudes hacia los mismos. Se pensó de esta manera que mediante el estudio de este cambio de actitud se podía presagiar un futuro cambio de comportamiento.

Los dos grupos que formaron parte del estudio eran grupo de 1º curso de Bachiller Científico y Tecnológico. Eran ambos grupos de 22 alumnos, con un porcentaje similar de hombres y de mujeres. Asimismo, en cada aula la mitad del alumnado hizo un modelo distinto de actividad (denotado como A y B). Así, se entregaron a los alumnos 2 problemas bien diferenciados, que se adjuntan en los Anexos I y II. El primero de los problemas viene a ser un ejercicio tradicional de matemática que no debe de suponer una gran dificultad siempre y cuando se conozcan las fórmulas o algoritmos necesarios para resolverlo. El segundo, en cambio, no se resuelve mediante ningún algoritmo conocido y obliga al alumno a diseñar sus propias estrategias. Finalmente, se entregó un cuestionario a los mismos alumnos de manera que pudieran reflejar sus opiniones respecto a la actividad realizada. Al contrario que en el formulario entregado a los profesores, en las preguntas que se solicitó responder a los alumnos se evitó mencionar de modo explícito la creatividad. Se trató, de esta manera, de reflejar los sentimientos de interés o de rechazo del alumnado hacia los problemas planteados y el tipo de enseñanza a que daría lugar una sistematización de este tipo de actividades en el aula.

Se muestra a continuación el formulario entregado a los alumnos, para responder a posteriori de la realización de los problemas y comprobación de sus soluciones.

CUESTIONARIO SOBRE LOS PROBLEMAS REALIZADOS

Curso: **Hombre:** **Mujer:**

Responde a las siguientes preguntas:

- 1) ¿Cuál de los 2 problemas te pareció más difícil? A1 A2
- 2) ¿Cuál de los 2 problemas te pareció más estimulante? A1 A2
- 3) ¿Cuál de los 2 problemas te hizo pensar más? A1 A2

Indica tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones, teniendo presente que 1 es totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo.

- 4) Pensé en ayudarme de alguna herramienta o estrategia para alguno de los problemas

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

- 5) En caso afirmativo, di cuáles:

- 6) Si las clases de matemáticas se basaran fundamentalmente en la resolución de problemas del tipoA2 la imagen que tendría de la asignatura de las matemáticas sería mejor que la actual:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

- 7) Influye en mi interés que los problemas hagan referencia a cuestiones directamente relacionadas con la realidad:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

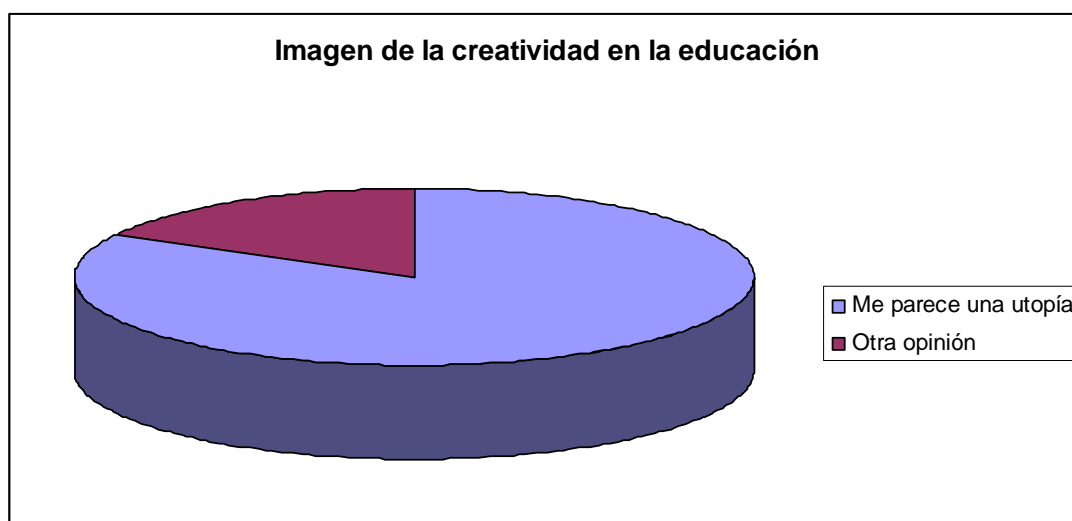
- 8) Da una breve explicación de tus sensaciones tras realizar uno y otro problema: en cuál estuviste más cómodo, más motivado, cuál te sorprendió más, cual te motivó más, en cuál te encontraste más cómodo, etc.

3.1 Resultados y análisis

3.1.1 Resultados obtenidos de la encuesta realizada por los profesores

Pasemos a continuación a analizar los resultados obtenidos de la encuesta realizada por los profesores del claustro de Matemáticas. Las características del grupo entrevistado se explicaron ya en el apartado anterior.

Pregunta nº1



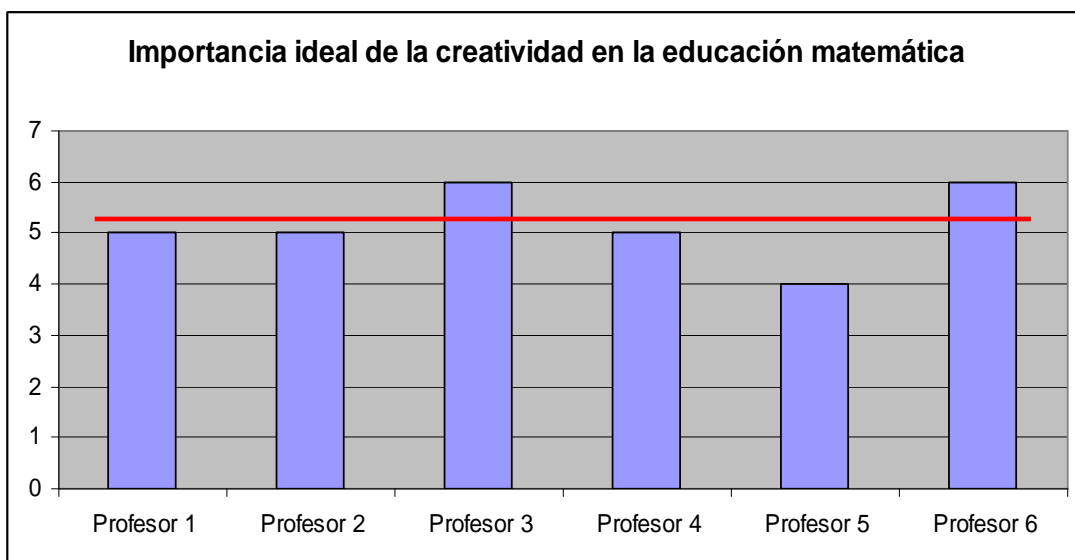
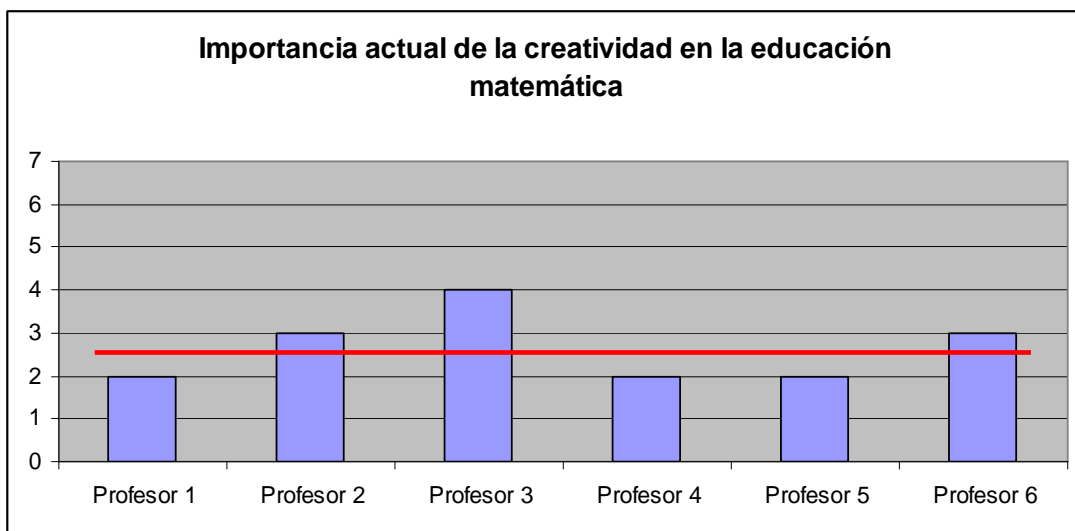
El resultado de esta pregunta ha sido realmente significativo. 5 de los 6 profesores (un 83%) encuestados han elegido la segunda opción, considerando por tanto la creatividad como una realidad alejada de las aulas. Sólo 1 profesor la consideró como una necesidad de la sociedad actual.

Pregunta nº2



4 de los 6 profesores encuestados (un 66%) han elegido ambas opciones en la segunda pregunta. Los otros, por el contrario, no han respondido. Puede concluirse, tanto de una postura como de la otra, que existe una idea general por parte del docente acerca de la matemática donde deben coexistir ambas visiones. Da la impresión de que elegir las dos opciones o ninguna tiene en este caso un mismo significado. Los docentes no parecen querer apostar por ninguna de las dos corrientes.

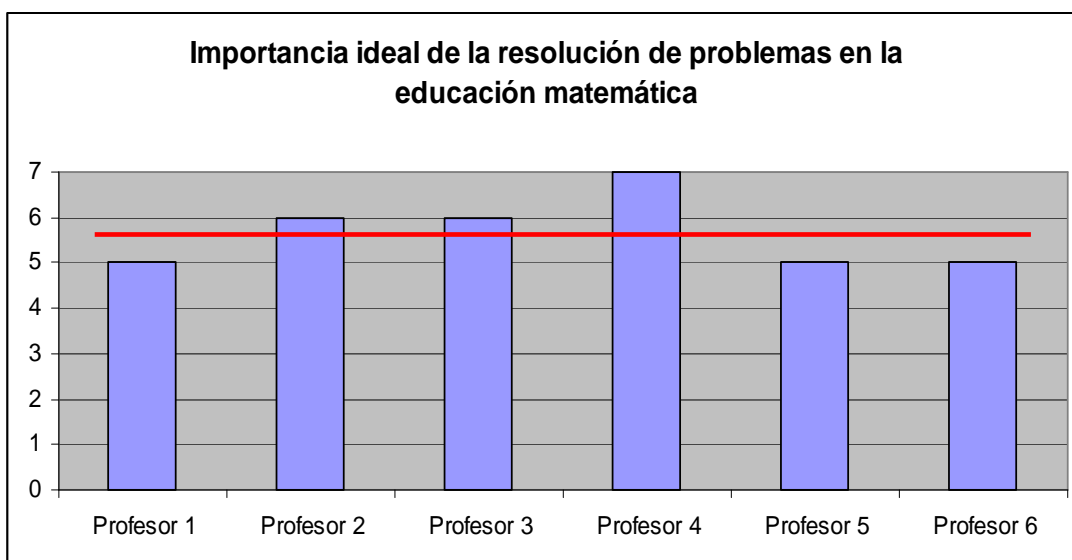
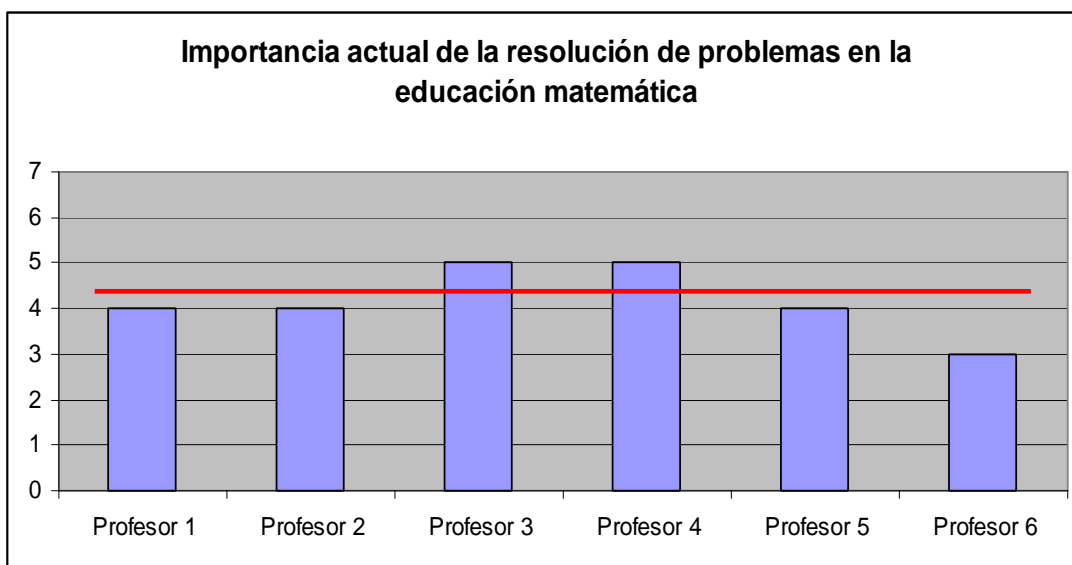
Pregunta n°3



En la tercera pregunta, en la que se ofrecían dos valoraciones sobre la importancia de la creatividad en el aula (primero una real y después una ideal), los resultados son también bastante aclaratorios. En cuanto al valor real de la creatividad en el aula de nuestros días, la media obtenida ha sido de un 2,6 sobre 7 puntos. El valor para la segunda opción ha sido, como era de esperar, mayor. En este caso de un 5,1 sobre 7.

No parece a priori un resultado sorprendente. El docente reconoce con ello el poco valor que se le está dedicando al pensamiento creativo (lo cual viene a apoyar el resultado obtenido en la primera pregunta), pero también reafirma su conformidad con una educación matemática donde la creatividad tenga un grado de importancia mayor. No obstante, no parece que un 5,1 sobre 7 sea una nota muy elevada, ya que denota que hay profesores que han puntuado por debajo del 5, reconociendo así un escaso interés por desarrollar la creatividad en el aula de matemáticas incluso en condiciones ideales.

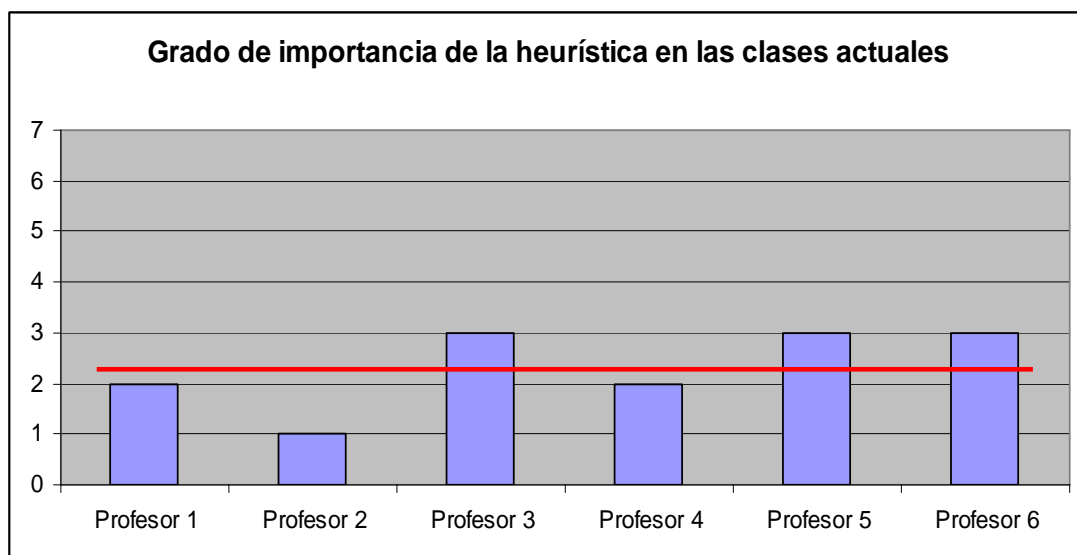
Pregunta n°4



Esta cuarta pregunta resulta análoga a la anterior, pero estudia el tema de la resolución de problemas. Los valores son mayores en ambos casos y tienen además una diferencia menor entre ellos. Así, se ha obtenido un 4,2 sobre 7 para la situación

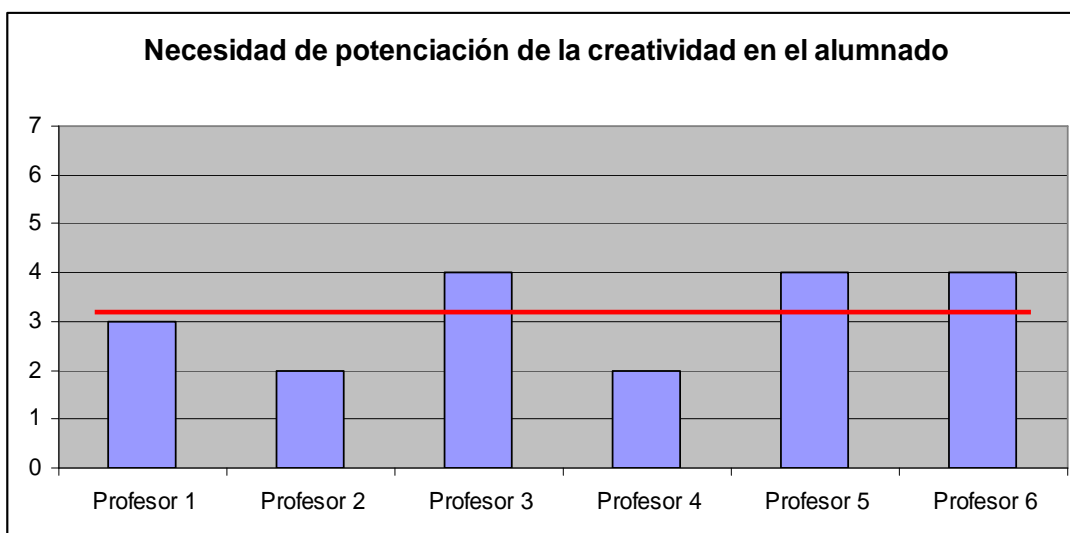
real y un 5,6 sobre 7 para la situación ideal. Esto denota 2 aspectos a tener en cuenta. El docente reconoce la importancia de la resolución de problemas en el aula como parte de la educación matemática. Es para él, además, una realidad mucho más cercana que un término más abstracto como era el de la creatividad. La resolución de problemas es un ámbito integrado ya por lo general en el aula de matemáticas de nuestros tiempos y eso acarrea una puntuación mayor en la primera de las opciones. En segundo lugar, el profesor incide en la necesidad de dar aún más importancia a este ámbito del que actualmente goza. Sin embargo, las dos puntuaciones no distan demasiado, lo cual ofrece la idea de que el docente está más o menos satisfecho con la relevancia actual de esta parte de la asignatura.

Pregunta n°5



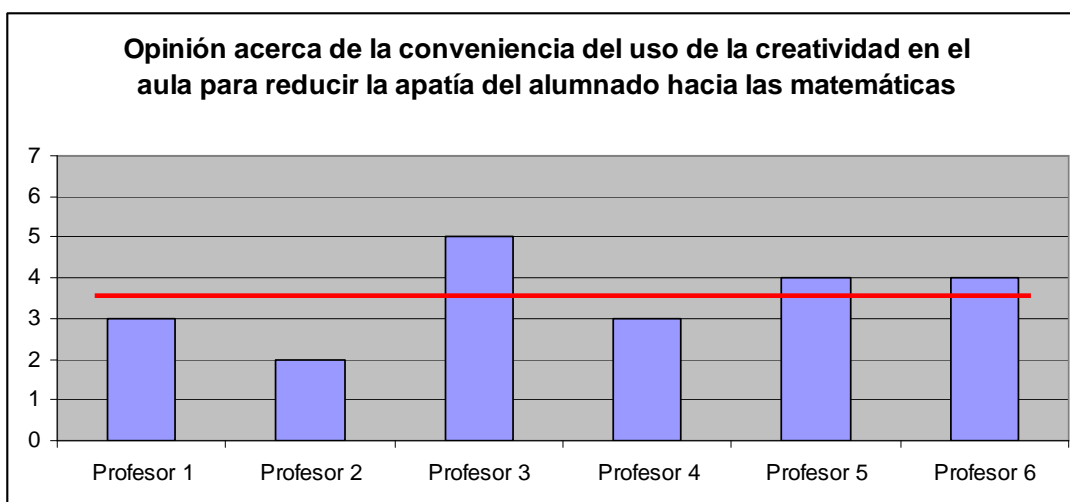
La media obtenida en la pregunta 5 es de un 2,3 sobre 7. Esta puntuación confirma nuestras sospechas de que la heurística no goza en la actualidad de demasiada relevancia en las clases de matemáticas. Conviene resaltar que 1 de los 6 profesores ha marcado un 1, afirmando con ello no conocer o no utilizar la heurística en el aula. Este resultado contrasta en parte con el obtenido en la pregunta anterior, ya que los docentes sí reconocen la conveniencia de resolver problemas en el aula, pero no el uso de las técnicas heurísticas para su resolución. De aquí puede concluirse que el concepto del profesor sobre la resolución de problemas se acerca más a un ejercicio clásico de aplicación de teoría y algoritmos que a otro de planteamiento de nuevas estrategias, relacionado mucho más que el anterior con la potenciación de la creatividad que se está estudiando.

Pregunta n°6



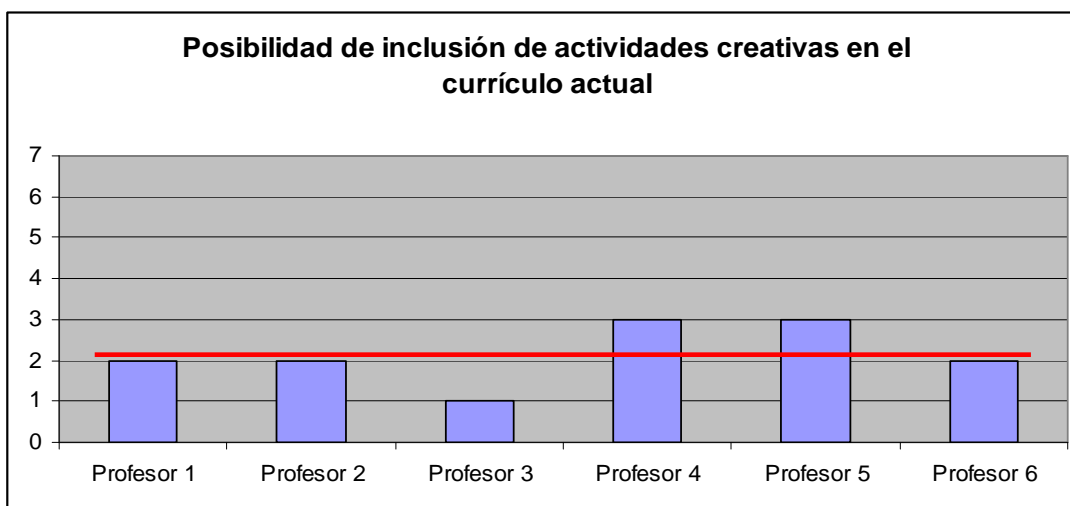
El valor promedio del resultado obtenido en la pregunta nº6 es de un 3,1 sobre 7. Es, como en el caso de la primera pregunta, un resultado a todas luces decepcionante. Los profesores –tajantemente- no consideran, digamos que ni siquiera importante la necesidad de potenciar la creatividad en el aula. Es un resultado desalentador y achacable únicamente (si es que se puede achacar a algo) a la elevada media de edad del profesorado entrevistado.

Pregunta nº7



En este caso el valor medio obtenido es de un 3,5 sobre 7. Reafirma en cierto modo lo obtenido en la pregunta anterior, indicando el grado de indiferencia que el profesorado lamentablemente parece tener frente al concepto de la creatividad.

Pregunta nº8



Los resultados de la última pregunta del cuestionario pueden justificar de alguna manera algunos valores de las preguntas anteriores. El valor promedio de 2,1 sobre 7 indica que el profesorado se ve limitado en sus clases a impartir lo impuesto por el currículo y que la libertad para incluir cualquier actividad de otra índole, como pueden ser las actividades creativas, es francamente escasa. Dado que los docentes no gozan de ese tiempo, acaban por perder el interés por ello, reflejándose este hecho de manera clara en las bajas puntuaciones obtenidas en las anteriores preguntas del cuestionario.

3.1.2 Resultados obtenidos de la actividad realizada por los alumnos

La segunda parte del trabajo de campo del presente estudio corresponde a la actividad realizada por los alumnos, explicada ya anteriormente. Antes de pasar a los resultados, conviene comentar que la actividad fue realizada por dos grupos análogos a los cuales impartía clase el mismo profesor. Además, los modelos A y B se intercalaron, de modo que la mitad de cada grupo realizó el modelo A y la otra mitad el modelo B. Es importante asimismo resaltar que la colaboración de los alumnos ha sido muy buena a la hora de realizar la actividad, son una escasa minoría los que no han realizado los ejercicios. Se adjuntan los problemas del modelo A y del modelo B en los Anexos I y II, respectivamente.

➤ *Modelo A (problema A1 y problema A2)*

Conviene comentar que tanto el problema A1 como el A2 se diseñaron pensando en una dificultad más baja para el alumnado. Los resultados, de hecho, así lo reflejan. En el problema A1, un 68% de los alumnos respondieron bien más de la mitad de las

preguntas (lo que daría lugar a un aprobado en un examen ordinario) y un 36% respondieron al menos 8 preguntas bien de un total de 10. Un porcentaje muy bajo, en torno al 5%, respondieron mal 8 o más preguntas. Parece obvio que la dificultad desaparece en un alto grado siempre que el alumno conozca el algoritmo para resolver el problema (como el caso que se trata). Este dato se ve reflejado más tarde en la 1ª de las preguntas del cuestionario.

El problema A2 sería en este caso en el que el alumno debería trabajar la heurística para resolverlo. Se trata en esta ocasión de un problema con solución única. Con respecto al anterior, el porcentaje de éxito se reduce considerablemente, habiendo únicamente 8 alumnos que dieron con la solución correcta (un 36%). Conviene resaltar también que un 82% de estos alumnos que consiguieron llegar al resultado correcto eran mujeres.

➤ *Modelo B (problema B1 y problema B2)*

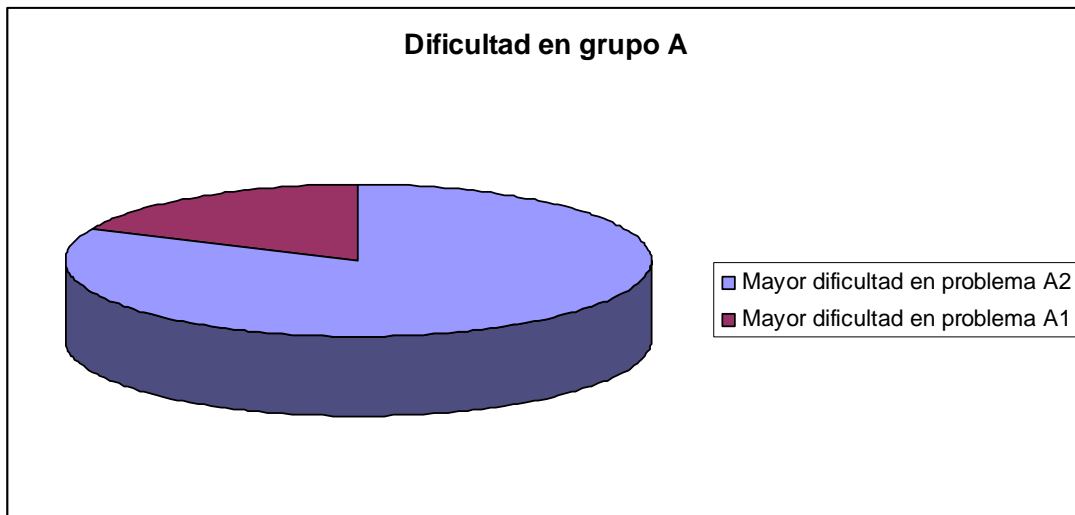
El modelo B fue diseñado partiendo de que entrañaba, en ambos casos, una dificultad mayor. De este modo, se pudo corroborar que en el problema B1, dividido a su vez en 2 partes, los resultados exitosos fueron menor que en el modelo A. Si bien la primera parte del problema fue resuelta con éxito por un 80% del alumnado, en la segunda sólo llegaron hasta la respuesta correcta 2 alumnos (menos de un 1%).

En cuanto al problema B2, constaba también a su vez de 2 partes. La primera parte fue respondida correctamente por sólo 9 alumnos (casi un 41%), mientras que solamente 6 realizaron con éxito la segunda (un 27%).

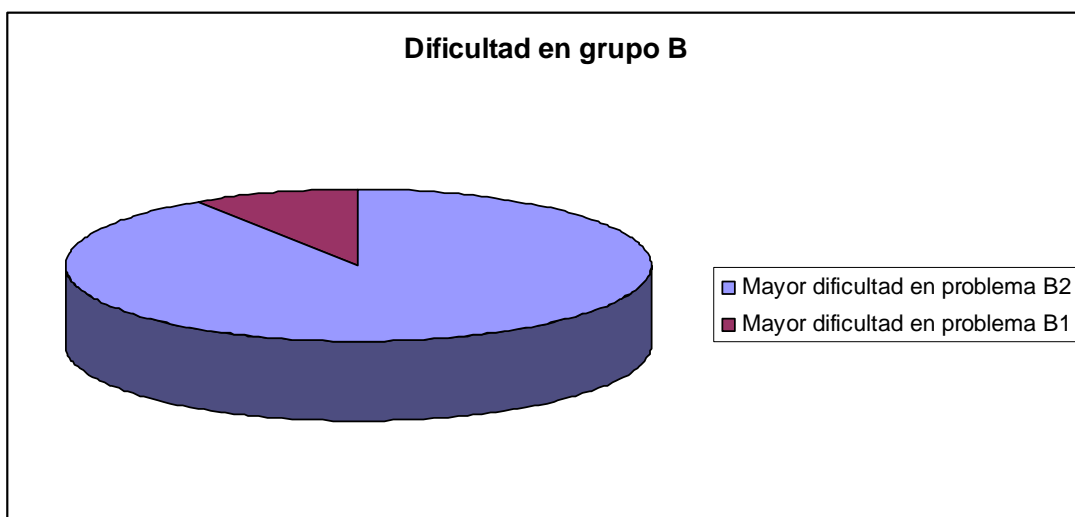
Parece, por ello, una conclusión directa de ambos ejercicios que la dificultad de realización de los mismos viene definida siempre en función del conocimiento que se tenga de los algoritmos en los problemas tradicionales (A1 y B1), y no tanto en los que requieren el uso de la heurística (A2 y B2). Así, en estos últimos, todos los alumnos parecen partir de un nivel similar a pesar de ser mejores o peores estudiantes en las materias tradicionales. Se ha comprobado también que existe un elevado número de alumnos que han resuelto parcial o totalmente bien los problemas heurísticos y no los tradicionales, mientras que a la inversa el número es mucho menor. Los problemas heurísticos dan pie, de esta manera, al desarrollo de otras inteligencias distinta a la inteligencia lógica, como corrobora este experimento.

Pasamos, a continuación, a evaluar los resultados obtenidos del cuestionario realizado por los alumnos a posteriori de los problemas mencionados.

Pregunta n^o1



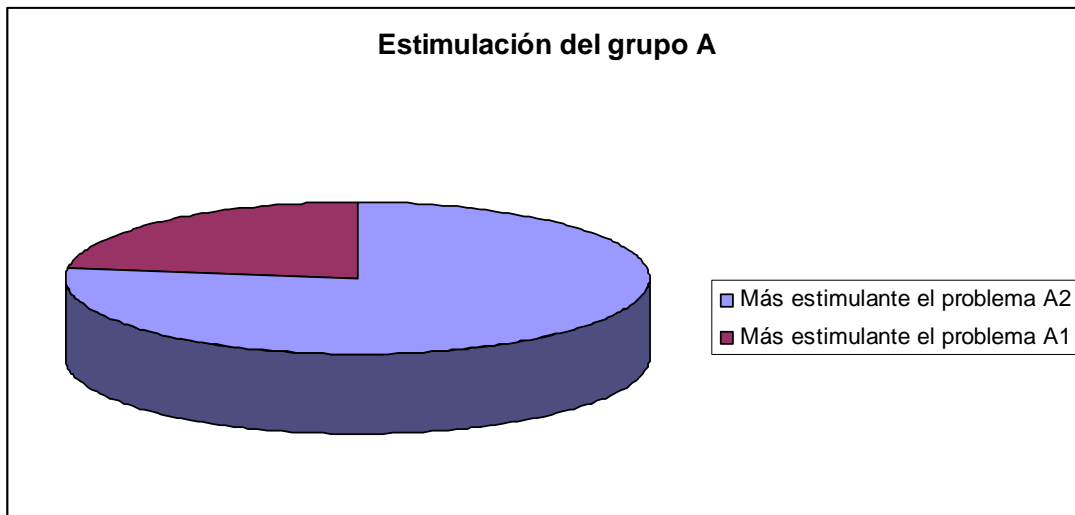
Grupo A: el 81% de los alumnos ha respondido que le parecía más difícil el problema A2 y el 19% el problema A1.



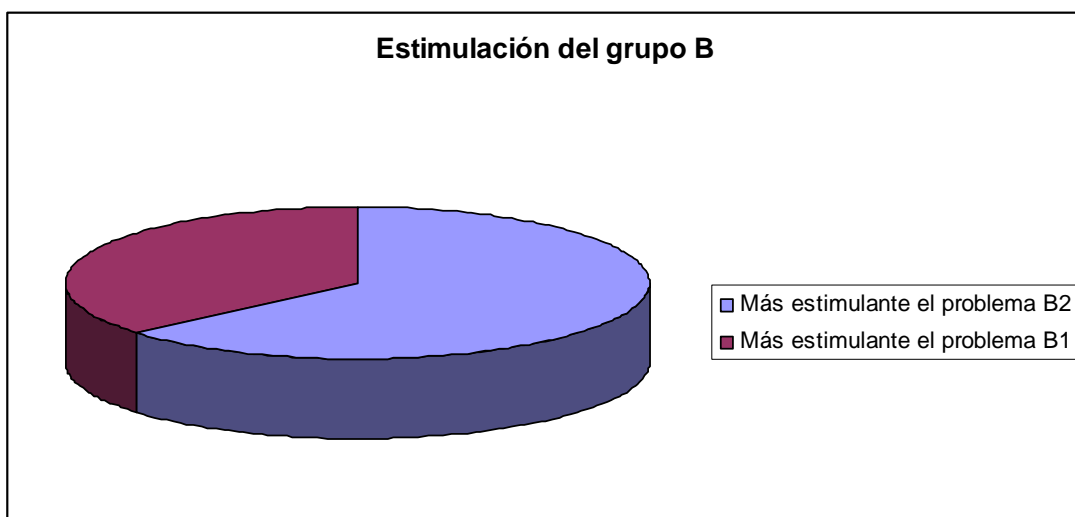
Grupo B: el 90% de los alumnos ha respondido que le parecía más difícil el problema B2 y el 10% el problema B1.

Parece que puede concluirse rápidamente de estos resultados que el problema tradicional resulta de menor dificultad a los alumnos, teniendo en cuenta, por supuesto, de que se trata en ambos casos de ejercicios cuya teoría y algoritmos son conocidos por los estudiantes.

Pregunta nº2



Grupo A: el 77% de los alumnos ha respondido que le parecía más estimulante el problema A2 y el 23% el problema A1.



Grupo B: el 63% de los alumnos ha respondido que le parecía más estimulante el problema B2 y el 37% el problema B1.

Se produce en este caso un resultado inverso a la pregunta nº1, obteniendo una conclusión directa de que el problema de carácter heurístico resulta de mayor estímulo para los alumnos en ambos grupos. Conviene también resaltar el detalle e que, en el grupo B, al ser el problema de carácter heurístico de una mayor dificultad, la diferencia entre ambos disminuye con respecto al grupo A.

Pregunta nº3

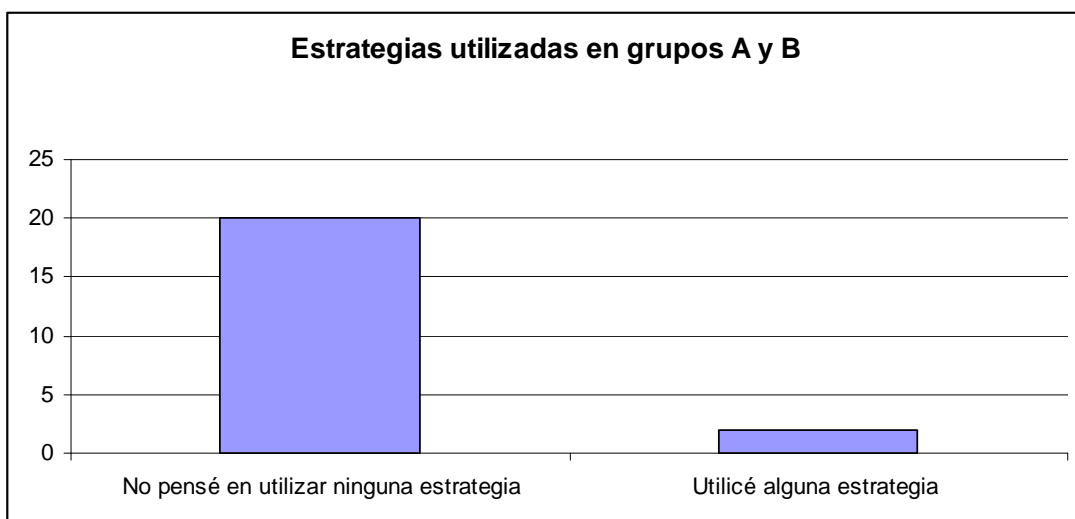


Grupo A: el 81% de los alumnos ha respondido que le hizo pensar más el problema A2 y el 19% el problema A1.

Grupo B: mismos resultados que en el grupo A.

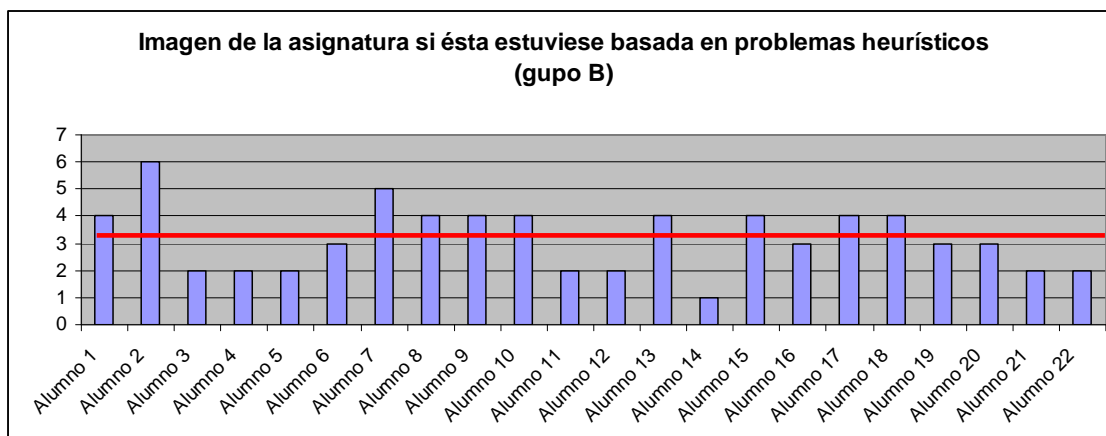
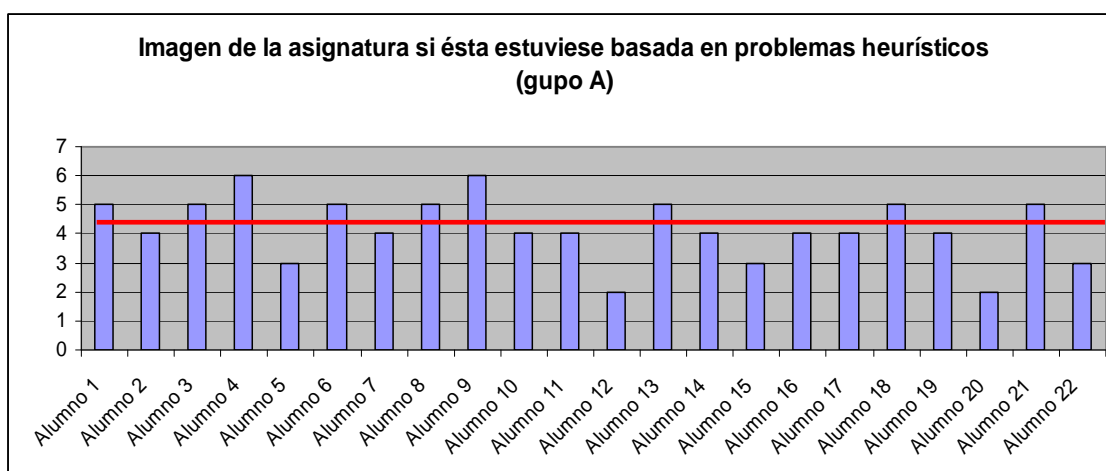
Se produce, casualmente en esta pregunta, el mismo resultado para ambos grupos. La diferencia es muy importante en proporción a favor del problema heurístico. Esto parece provenir de que el problema tradicional, bien sea en el caso de que el estudiante conozca el algoritmo o bien en el caso de que no lo conozca, no requiere un esfuerzo mental muy potente. El alumno que conoce el algoritmo resuelve el ejercicio tradicional sin mayor esfuerzo mental en el primer caso; el que no lo conoce no lo resuelve pero tampoco se ve forzado a pensar sobre él.

Preguntas n^o4 y n^o5



Para ambos grupos: la gran mayoría de alumnos (más del 90%) no ha respondido a lo que realmente se demandaba en este preguntaba. Se preguntaba acerca de “herramientas o estrategias” utilizadas para la resolución de los problemas. Los alumnos han pensado únicamente en herramientas materiales como la calculadora, despreciando la idea de estrategias. Un 55% de los encuestados no ha especificado ninguna herramienta ni estrategia. Esto refleja la falta de hábito del alumnado para utilizar las estrategias heurísticas, básicamente. No parece existir aún esta cultura en las aulas y esto queda patente en el resultado abrumador de esta pregunta.

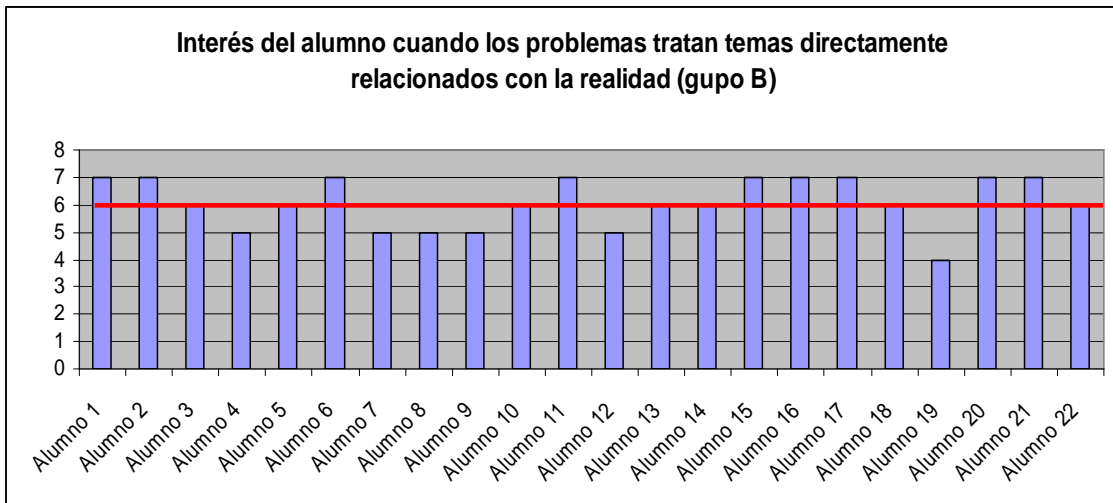
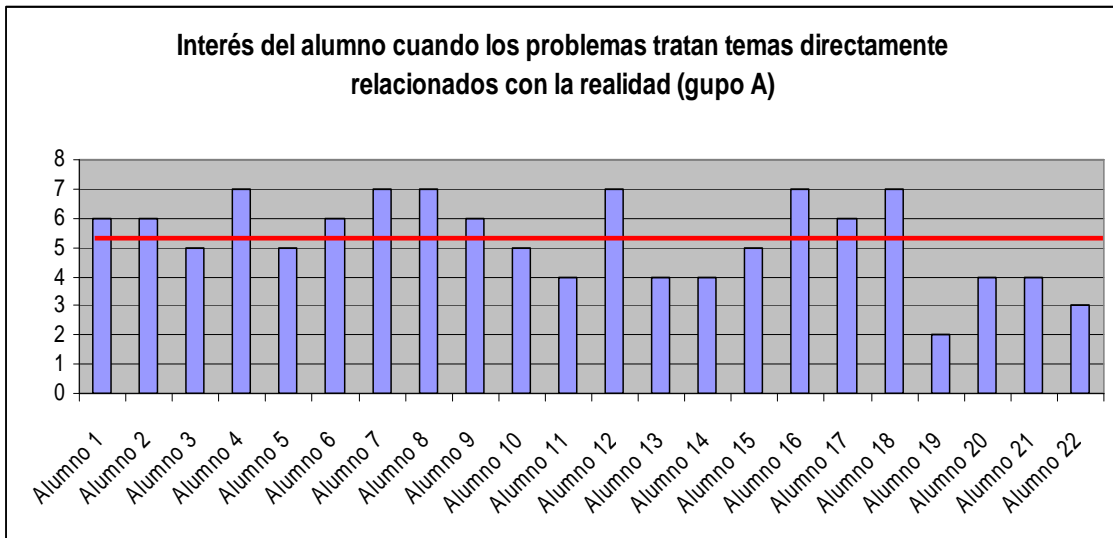
Pregunta n°6



En cuanto a lo relativo sobre el cambio de interés sobre la asignatura si ésta se enfocase hacia problemas heurísticos, la media obtenida en el grupo A ha sido de un 4,3 sobre 7, mientras que en el grupo B ha sido de un 3,2 sobre 7.

El resultado ha sido, por tanto, positivo pero menor del esperado.

Pregunta n°7

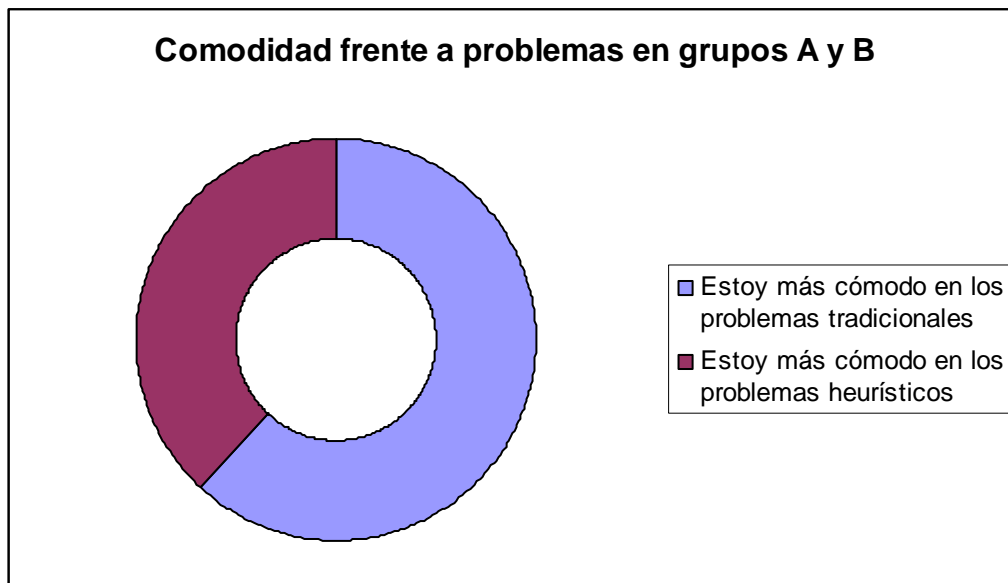


En lo referente al interés por problemas relacionados directamente sobre la realidad, la media obtenida en el grupo A ha sido de un 5,3 sobre 7, mientras que en el grupo B ha sido de un 6,1 sobre 7.

En esta pregunta, a diferencia de la anterior, la proporción ha sido más alta. Parece por ello lógico pensar que los alumnos no relacionan la heurística con los problemas vinculados con la realidad cercana, donde el estudiante tiene un interés mucho más alto. Como comentaremos más adelante, esta conclusión refuerza los argumentos de las teorías constructivistas vistas en apartados anteriores.

Pregunta n°8

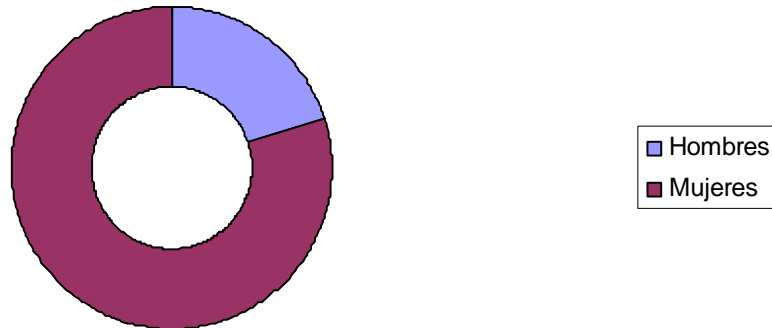
La pregunta 8 era una pregunta abierta. La diversidad de respuestas ha sido muy alta, pero en resumen se pueden tener algunos datos que se han repetido de forma significativa:



- La mayoría de alumnos ha dicho sentirse más cómodo en los problemas tradicionales (un 62%). Esto, como ya se ha explicado, responde al dominio de las técnicas de resolución de estos problemas que no existen por otra parte en los problemas heurísticos.



Porcentaje de hombres y mujeres en cuanto a la motivación generada por los problemas heurísticos



- La mayoría de alumnos ha dicho sentirse más motivado en los problemas heurísticos (dentro de este porcentaje, casi un 80% eran mujeres). Conclusión con relación directa con lo expuesto en la pregunta nº2, referente a la estimulación generada por uno y otro ejercicios.
- Ha aparecido repetitivamente la palabra “reto” para referirse a los problemas heurísticos. Creo que hay que resaltar el carácter positivo de este término, en boca del alumnado. En una asignatura como las matemáticas, hacia la que la mayoría de estudiantes tienen una actitud más bien negativa y una baja autoestima, que un problema suponga un reto viene significar una mejora de la imagen por parte de los alumnos y un incentivo para afrontar los propios ejercicios.

4. Propuesta práctica

Partiendo de los resultados obtenidos en el apartado anterior, vamos a plantear una propuesta basándonos en ciertos aspectos directamente relacionados con el alumnado.

- En nuestro caso, los destinatarios de nuestra propuesta serían los alumnos de matemáticas de Bachiller. Podría llevarse a cabo la propuesta tanto con los alumnos de 1º curso como con los de 2º. Existen, además, 2 tipologías bien diferenciadas. Por un lado, los alumnos del bachillerato ordinario de edades entre 16 y 18 años, con los cuales se realizó la prueba de campo. Y por otro, los alumnos del bachillerato nocturno, de edad siempre superior a los 18 años. Sería importante distinguir el modo de puesta en práctica de la metodología distinguiendo ambos tipos de grupos ya que la diferencia en actitudes entre uno y otro puede ser significativa.
- Se estudiará la distribución horaria del currículo de matemáticas, de tal manera que puedan incluirse dentro de él actividades de carácter heurístico, todo ello sin perder relación con cada una de las unidades didácticas. Asimismo, conviene realizar un análisis distinto que lleve a cabo otro tipo de técnicas para potenciar la creatividad, ya que los resultados del trabajo de campo relacionados con la inclusión de problemas heurísticos no han sido muy satisfactorios. De este modo, sin perder de vista el objetivo general del trabajo, podrían estudiarse otras vías o metodologías que pudiesen aumentar de modo más relevante el interés y satisfacción del alumno.
- Se tratará siempre que se pueda abordar problema que tengan una relación directa con la realidad cercana del alumno, donde éste ha dicho encontrarse más motivado. Se tratarán de abordar por ello los temas desde un ángulo más constructivista. Al contrario de lo indicado en el punto anterior, en este ámbito sí se han podido obtener buenos resultados y conclusiones claras y concisas.
- Dado que alumno no parece encontrarse especialmente cómodo cuando desconoce los algoritmos de resolución de los problemas, habrá de abordarse en el aula tanto la materia teórica tradicional como el estudio de estrategias que permitan al estudiante enfrentarse a los problemas con una mejor actitud. Una idea importante que podría tenerse en cuenta es la generación de hábitos creativos en el alumno a lo largo de todo el currículo. Esto podría llevarse a cabo bien mediante la realización de problemas heurísticos como se ha explicado en

este trabajo o bien mediante el propio estudio de estrategias en este mismo sentido con un carácter más teórico.

- Será importante la personalización de la enseñanza, debido a que, como se ha visto en los resultados, existen diferentes valoraciones y actitudes frente a la metodología que se pretende implantar en el aula.

5. Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos en el apartado tercero, podemos derivar una serie de conclusiones para el estudio que estamos llevando a cabo:

1) El profesorado de matemáticas considera la creatividad como un concepto alejado de las aulas en la realidad actual. Así, el docente se ve a menudo limitado por las exigencias del currículo y se ciñe a una enseñanza basada en ejercicios y problemas de carácter tradicional. Esto viene a reforzar lo expuesto por Robinson (2009): “A menudo, los currículos cerrados dificultan la inclusión de este tipo de actividades en el aula. El Ministerio de Educación plantea unos temas de estudio ineludibles de los que el profesor no tiene margen para escapar y, al contrario de lo que debería suceder, dentro de los cuales en raras ocasiones existen espacios para actividades creativas”.

2) El profesorado, en su amplia mayoría, parece ceñirse al currículo tradicional en todos los sentidos. No se conoce de modo exacto si esta postura responde a un conformismo por parte de los docentes o a una postura ideológica concreta.

3) El profesorado afirma, además, que existe tan sólo una necesidad relativa de potenciar la creatividad entre el alumnado.

4) El profesorado reconoce que no se otorga una gran relevancia al trabajo de la creatividad en el aula de matemáticas. Sí piensa que debería otorgársele una importancia mayor, pero sin llegar ni mucho menos a considerarla fundamental. Existe por lo tanto una baja calidad de la imagen de la creatividad en lo que al docente se trata, lo cual es un indicador muy negativo en éste sentido, ya que debe ser su figura la primera que ponga en práctica y aplique las técnicas oportunas que fomenten la creatividad en los estudiantes.

5) En cuanto a la resolución de problemas, el profesorado sí reconoce la importancia de dicho ámbito en el currículo de matemáticas. Sin embargo, no considera la heurística como una metodología fundamental para el trabajo de los mismos. Este resultado es consecuencia directa de lo expuesto en el punto anterior, ya que siendo

la heurística una técnica directamente relacionada con la creatividad matemática, es entendible que el profesorado en general no la valore como demasiado importante si ni siquiera reconoce la propia creatividad como un aspecto fundamental de la educación matemática.

6) La dificultad del problema no es directamente proporcional a la desmotivación del alumno. Sí lo es el desconocimiento de los algoritmos, siempre que éstos sean necesarios para la resolución del problema en cuestión.

7) La imagen que el alumno tiene de la asignatura de matemáticas mejora cuando se trabajan problemas heurísticos, pero este aumento no es ni mucho menos espectacular. Parece que en este ámbito queda aún mucho por hacer. No parece por tanto que los resultados de este trabajo concuerden totalmente con lo expuesto por Robinson (2009) cuando afirmaba que “conozco a muchas personas que han perdido el interés por las matemáticas de por vida porque nadie los ayudó a ver las posibilidades creativas de esa materia”.

8) Los problemas heurísticos, enfocados a medio plazo al desarrollo de la creatividad, suponen para el alumno un “reto”. Ha de destacarse el carácter positivo de este término, sobre todo teniendo en cuenta lo expresado en la conclusión 5). Esto viene a reforzar lo expuesto por Douady (citado por Cubillo, Ortega, 2000 ; pag 190) cuando habla del “compromiso por parte de los alumnos, un contrato en el que los estudiantes aceptan involucrarse en el papel de actor y no se refugian en el papel único de ejecutores”; así como lo expresado por Quiles (1993, pag 115) cuando afirmaba que “la hipótesis actitudinal, se invoque o no el innatismo para sostenerle, es la predilecta para explicar el fracaso de los alumnos en matemáticas”. También lo expresado por De Prado (2006) :“si las matemáticas resultan mecánicas, repetitivas y aburridas debido a una enseñanza racionalista, abstracta y deductiva, es porque no afectan al potencial de descubrimiento e intuición, de imaginación y razonamiento dialéctico que caracteriza el pensamiento natural de los seres humanos. Ese aprendizaje se basa en términos dialécticos de ensayo y error, al reproducirse avances y retrocesos, aciertos y errores. Esta dinámica puede dar vida, sentido de ilusión, de reto y de riesgo a los alumnos y a los profesores”

9) La dificultad del ejercicio y la estimulación que el alumno sufre ante él no siguen una relación lineal. El alumno se ve motivado y estimulado en función del reto que le suponga la realización del problema y no de las dificultades que encuentre frente a él. El desconocimiento de los algoritmos supone una clara desmotivación sólo cuando éstos son la única vía para resolver el problema. En otros casos, cuando el alumno se ve obligado a utilizar nuevas estrategias, la dificultad del problema no parece desmotivar al alumno sino más bien lo contrario.

10) Siguiendo la línea de la conclusión anterior, el hecho de que un ejercicio requiera un esfuerzo mayor de pensamiento al alumno incide positivamente en su estimulación frente al mismo, según los resultados obtenidos. Los ejercicios de aplicación directa de algoritmos resultan más sencillos si se conocen éstos, haciendo pensar menos al alumno conocedor y no motivando al no conocedor.

11) La imagen del alumno respecto a la asignatura parece mejorar cuando se trata de resolver problemas heurísticos, pero no lo hace de una manera alarmante. Como ya se ha explicado anteriormente, la imagen general del alumno sobre las matemáticas suele ser bastante pobre y, si bien parece mejorar con problemas a los que el alumno no está acostumbrado, este aumento no parece especialmente significativo a la luz de los resultados obtenidos en el cuestionario.

12) A diferencia del punto anterior, un porcentaje muy elevado de alumnos manifiesta su mayor interés sobre la asignatura cuando se tratan problemas directamente relacionados con la realidad, lo cual concuerda con las teorías constructivistas explicadas en puntos anteriores.

13) La dificultad que el alumno siente ante un problema hace, por lo general, que se sienta menos cómodo frente a él. Sin embargo, en el caso de los problemas heurísticos, este fenómeno puede invertirse siempre que el alumno sienta que es capaz de llegar a la solución correcta y sucede de manera especial cuando este éxito se consuma.

6. Líneas de investigación futuras

Se presentan a continuación una serie de líneas de investigación que quedan pendientes tras los resultados obtenidos en el presente estudio:

- Parece inmediato, tras lo investigado en este trabajo, valorar la posibilidad de hacer un estudio de mayor duración en cuanto a las actividades de tipo heurístico por parte de los alumnos, de manera que puedan obtenerse resultados más contrastables en cuanto a la posible modificación de su actitud sobre la asignatura.
- Sería interesante extrapolar el tipo de estudio realizado a cursos inferiores, principalmente. Basándonos en las teorías que afirman que los actuales modelos de enseñanza no potencian la creatividad sino más bien lo contrario, resulta de sumo interés probar a implantar sistemas como el utilizado o similares en alumnos de primaria o incluso infantil, siempre que se dé con las metodologías que se adapten a cada edad.
- La proyección creativa del alumno puede darse desde múltiples ámbitos de la educación, por lo que sería bueno llevar estudios de este tipo al resto de asignaturas del currículo y comparar los resultados obtenidos.
- No se han utilizado TICs en este estudio. Sería interesante volver a abordar todas las cuestiones relacionadas con el interés y las actitudes utilizando las nuevas tecnologías, cuyo impacto positivo en la motivación del alumno está ya demostrado.
- El tamaño muestral del presente trabajo ha venido limitado por el propio tamaño del centro, sus profesores y sus correspondientes alumnos. Un estudio tomando una muestra con mayor número de personas entrevistadas (tanto alumnos como profesores) daría lugar a resultados de una mayor precisión y también más extrapolables.
- La duración del trabajo de campo se ciñó a unas fechas muy concretas, entre el final de una evaluación y el comienzo de la siguiente. Podría pensarse en ampliar este estudio a un período más amplio, dándole cierta continuidad y una periodicidad que permitiese ver tendencias y evoluciones en los resultados.
- Relacionado con el punto anterior, podría pensarse en utilizar cuestionarios de mayor extensión y profundidad que nos diesen lugar a resultados que el presente estudio no ha podido cubrir.

7. Bibliografía

7.1 Libros y artículos citados en el trabajo

ARTEAGA, E. (2010). El desarrollo de la creatividad en la educación matemática. *Congreso iberoamericano de educación, 1-13*.

CUBILLO, C. y ORTEGA, T. (2000). Influencia de un modelo didáctico en la opinión/actitud de los alumnos hacia las Matemáticas. *Relime, 2, 189-206*.

GODINO, J., BATANERO, C. y FONT, V. (2003). *Matemáticas y su didáctica para maestros*. Granada: Reprodigital.

GREGORIO, J.R. (2002). El constructivismo y las matemáticas. *Sigma 21, 113-130*.

NÚÑEZ, J.C. et Al (2005). Las actitudes hacia las matemáticas: perspectiva evolutiva. 2389-2396.

QUILES, M.N. (1993). Actividades matemáticas y rendimiento escolar. *Comunicación, lenguaje y educación, 18, 115-125*.

Real Academia de la Lengua Española (<http://www.rae.es/rae.html>)

ROBINSON, K. y ARONICA, L. (2009). *El elemento*. Barcelona: Clave.

SÁNCHEZ, S. (1995). *Diccionario de las Ciencias de la Educación*. México D.F: Santillana.

URSINI, S., SÁNCHEZ, G. y ORENDAIN, M. (2004). Validación y confiabilidad de una escala de actitudes hacia las matemáticas y hacia las matemáticas enseñadas con computadora. *Educación matemática, 16, 59-78*.

7.2 Bibliografía complementaria

BAZÁN, J.L. y SOTERO, H. (1998). Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la UNALM. *Anales científicos UNALM, 60-72*.

CASTEJÓN, J.L., NAVAS, L. y SAMPASCUAL, G. (1996). Un modelo estructural del rendimiento académico en matemáticas en la educación secundaria. *Revista de psicología general y aplicada, 49, 27-43*.

CHAMOSO, J.M., HERNÁNDEZ, L. y ORRANTIA, J. (2010). Análisis de una experiencia de resolución de problemas en Secundaria. *Revista de educación*, 351, 557-570.

CHROBACK, R. y PRIETO, A.B. (2010). La herramienta UVE del conocimiento para favorecer la creatividad de docentes y estudiantes. *Anales de psicología*, 26, 259-266.

DE GUZMÁN, M. (1994). *Para pensar mejor*. Madrid: Pirámide.

DE GUZMÁN, M. (2000). Matemáticas, creatividad y rigor. *Cuadernos de Pedagogía*, 291, 19-27.

NIETO, J.H. (2005). Resolución de problemas, matemática y computación. *Revista venezolana de información, tecnología y conocimiento*, 2, 37-45.

SANJUAN, A.A., FRESNEDA, A.P., GUTIÉRREZ, A. y PANTANO, O.L. (2011). La idea de heurística en estudiantes para profesor de matemáticas. *Tecné, episteme y didaxis*, 29, 9-31.

ZALAMEA, F. (2008). La creatividad en las Matemáticas y en las Artes Plásticas. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 40, 99-109.

8. Anexos

8.1 Anexo I: ejercicio propuesto en clase a los alumnos (modelo A)

PROBLEMA A1

POTENCIAS DE NÚMEROS ENTEROS

Realizar las siguientes operaciones con potencias de números enteros:

1) $(-3)^1 \cdot (-3)^3 \cdot (-3)^4 =$

2) $(-27) \cdot (-3) \cdot (-3)^2 \cdot (-3)^0 =$

3) $(-3)^2 \cdot (-3)^3 \cdot (-3)^{-4} =$

4) $3^{-2} \cdot 3^{-4} \cdot 3^4 =$

5) $5^2 : 5^3 =$

6) $5^{-2} : 5^3 =$

7) $5^2 : 5^{-3} =$

8) $5^{-2} : 5^{-3} =$

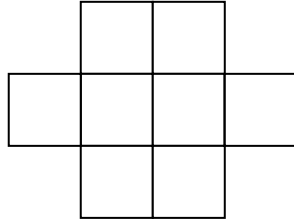
9) $(-3)^1 \cdot [(-3)^3]^2 \cdot (-3)^{-4} =$

10) $[(-3)^6 : (-3)^3]^3 \cdot (-3)^0 \cdot (-3)^{-4} =$

PROBLEMA A2

CONSECUTIVOS LEJOS

En las 8 casillas de la figura siguiente:



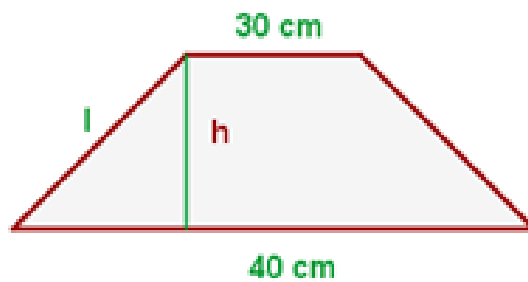
se trata de colocar los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 de modo que no resulten dos consecutivos cerca ni en diagonal, ni en horizontal, ni en vertical.

8.2 Anexo II: ejercicio propuesto en clase a los alumnos (modelo B)

PROBLEMA B1

TRAPECIO

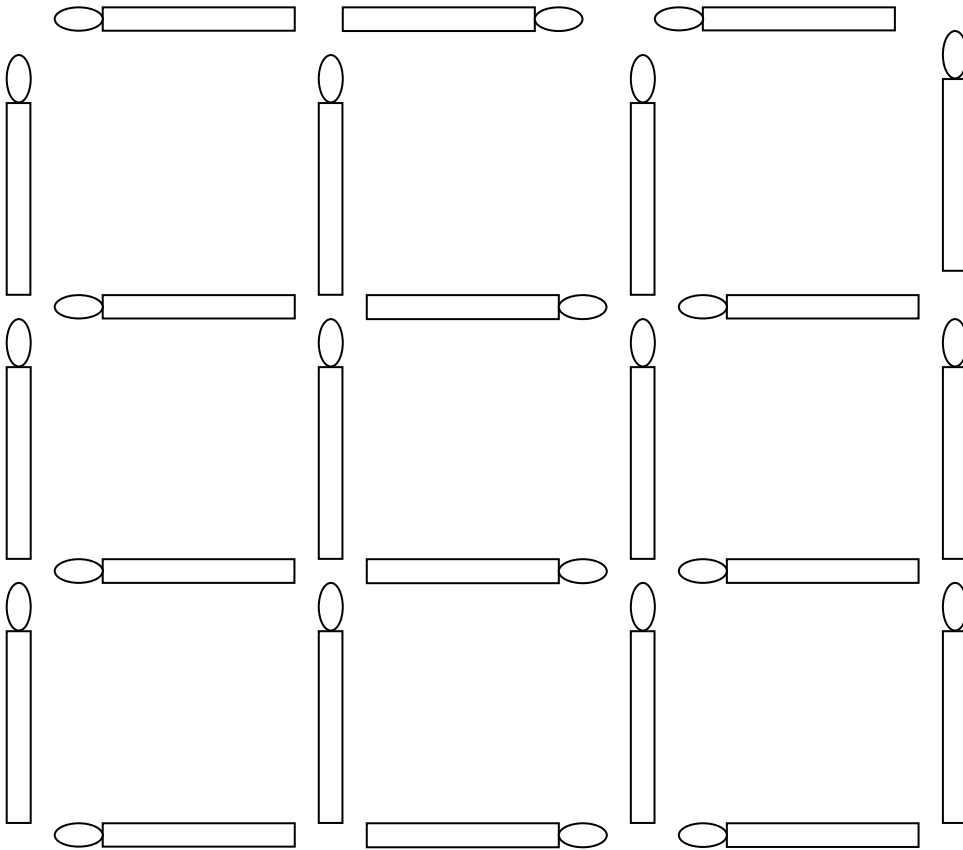
El perímetro de un trapecio isósceles es de 110m, las bases miden 40 y 30 m respectivamente. Calcular los lados no paralelos y el área:



PROBLEMA B2

CERILLAS Y CUADRADOS

En la siguiente figura:



- 1) Quita 8 cerillas de modo que queden sólo 2 cuadrados.
- 2) Quita 8 cerillas de modo que queden cuatro cuadrados.