

Universidad de Barcelona
Departamento de Didáctica de las Ciencias
Experimentales y de las Matemáticas
Programa de Doctorado en Didáctica de las Ciencias
Experimentales y de las Matemáticas
Bienio 2001-2003

Tesis Doctoral

**CREATIVIDAD
Y
DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE
EN MATEMÁTICAS
PARA LA EDUCACIÓN PRIMARIA**

Presentada por:

Elba Cristina Sequera Guerra

Dirigida por:

Dr. Joaquim Gimenez Rodríguez y Dr. Jordi Servat Susagne

BARCELONA, FEBRERO 2007

Resumen

El objetivo principal de la investigación que se presenta es la construcción de un instrumento para reconocer creatividad en la formación docente en Matemáticas y así mismo ver como sirve para identificar rasgos de creatividad en una situación concreta, como estudio de caso, tanto en cuanto a la creatividad como proceso y como producto.

A partir de exponer los estudios que han analizado la creatividad en educación, se reconoce los elementos a tener en cuenta para definir un potencial creativo en el análisis de procesos de desarrollo profesional docente sobre matemáticas en Primaria. Se reconoce la importancia en considerar como influyen dos componentes del desarrollo profesional docente (conocimiento matemático y conocimiento didáctico) en relación con los criterios básicos de creatividad (originalidad, flexibilidad, fluidez y elaboración).

Utilizamos una investigación que integra métodos cualitativos con métodos descriptivos y estudio de caso etnográfico. Así, un proceso de triangulación nos permitió confeccionar un sistema (instrumento) de indicadores-descriptores-y-rasgos útil para detectar elementos de potencial creativo. Como estudio de caso, se analiza el potencial creativo de las tareas propuestas, la acción de clase y los rasgos observados en los logros de los alumnos en un curso de formación específico en que la formación matemática y didáctica se reduce a 60 horas presenciales, siendo ésta la única formación de estos futuros profesores.

En el caso tareas se han encontrado diferencias en el potencial creativo según los distintos contenidos. En el caso acción de clase reconocemos cinco momentos de aprendizaje creativo (preparación, incubación, insight, verificación y reflexión) que han permitido dar una explicación estructurada de lo ocurrido en términos de proceso creativo de formación. En el caso logros de los alumnos, los rasgos implícitos en las tareas que se eligieron para ser analizadas, aparecen en las respuestas de los estudiantes, como cabía esperar. Pero observamos que en algunos casos aparecen más rasgos creativos de lo esperado en lo didáctico, lo que nos muestra la existencia de estudiantes con mayor potencial creativo en su desarrollo profesional docente en el conocimiento didáctico. Finalmente, reconocemos empíricamente en el caso analizado que no es fácil potenciar rasgos creativos en la formación inicial docente en el contenido matemático cuando hay tan poco tiempo destinado a la formación; sin embargo, es necesario.

Índice resumido

Resumen.....	2
Índice Resumido.....	3
Índice General.....	4
Prefacio.....	9
PARTE I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	21
Capítulo 1. Creatividad en Matemática.....	23
Capítulo 2. Educación Matemática y Creatividad.....	55
PARTE II. PROBLEMA Y MARCO METODOLÓGICO	87
Capítulo 3. Problema de estudio.....	89
Capítulo 4. Tipo de Investigación y Contexto.....	93
Capítulo 5. Construcción del instrumento para caracterizar la creatividad.....	109
Capítulo 6. Estructura del instrumento para conocimiento matemático.....	121
Capítulo 7. Estructura del instrumento para conocimiento didáctico....	159
PARTE III. APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO, ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	199
Capítulo 8. Aplicación del instrumento a tareas, a acción de clase y a respuestas de los alumnos	201
Capítulo 9. Análisis de los resultados de la aplicación del instrumento a tareas del dossier electrónico.....	213
Capítulo 10. Análisis de los resultados de la aplicación del instrumento a la acción de clases	259
Capítulo 11. Análisis de los resultados de la aplicación del instrumento a respuestas de los alumnos	291
Capítulo 12. Conclusiones y Perspectivas de la investigación	317
Bibliografía.....	329
Anexos.....	343

Índice

Resumen	2
Índice Resumido	3
Índice General	4
Prefacio	9
PARTE I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	21
Capítulo 1. Creatividad y Matemática	23
1.1 Creatividad en Matemática.....	24
1.2 Algunas dimensiones del estudio de la creatividad.....	31
1.2.1 Creatividad como entidad personal.....	36
1.2.2 Creatividad como ambiente.....	40
1.2.3 Creatividad como proceso.....	42
1.2.4 Creatividad como producto.....	45
1.3 Sobre el potencial creativo.....	47
Capítulo 2. Educación Matemática y Creatividad	55
2.1 Enseñanza creativa.....	56
2.1.1 Sobre los profesores creativos.....	59
2.1.2 Sobre los alumnos creativos.....	61
2.2 Educación Matemática y Creatividad.....	63
2.3 Enseñanza-aprendizaje creativo en matemática.....	69
2.3.1 Los docentes y sus concepciones de creatividad.....	70
2.3.2 Formación docente creativa.....	71
2.3.3 Sobre el desarrollo de la creatividad de los alumnos en matemáticas.....	74
2.4 Desarrollo profesional docente y creatividad en la Formación inicial de profesorado de Primaria en Matemáticas.....	77
2.4.1 Sobre la experiencia creativa de formación.....	77
2.4.2 Tipos de creatividad en la formación.....	80
2.4.3 Lo creativo como superación de la acción informativa didáctica.....	82
2.5 Integración de Desarrollo Profesional Docente y Creatividad.....	83

PARTE II. PROBLEMA Y MARCO METODOLÓGICO.....	87
Capítulo 3. Problema de estudio.....	89
3.1 Planteamiento del problema.....	90
3.2 Objetivos de la investigación.....	91
Capítulo 4. Tipo de Investigación y Contexto.....	93
4.1 Tipo de investigación.....	94
4.2 Fases de la investigación.....	95
4.3 Muestra.....	96
4.4 Contexto.....	96
4.4.1 Enseñanza presencial con soporte hipermedia.....	97
4.4.2 Contenidos y organización del curso.....	99
4.5 Técnica de recogida y reducción de datos.....	102
4.5.1 Tareas del dossier electrónico.....	102
4.5.2 Del registro de la acción de clase.....	102
4.5.3 Del registro de las respuestas de los alumnos.....	104
Capítulo 5. Construcción del instrumento para caracterizar la creatividad.....	109
5.1 Introducción.....	110
5.2 Proceso de triangulación.....	111
5.3 Descripción de constructos asociados al instrumento.....	115
Capítulo 6. Estructura del instrumento para conocimiento matemático.....	121
6.1 Indicadores, descriptores y rasgos en el <i>conocimiento matemático</i>	122
6.1.1 Originalidad.....	122
6.1.2 Flexibilidad.....	134
6.1.3 Fluidez.....	148
6.1.4 Elaboración.....	152
Capítulo 7. Estructura del instrumento para conocimiento didáctico.....	159
7.1 Indicadores, descriptores y rasgos en el <i>conocimiento didáctico</i>	160
7.1.1 Originalidad.....	160
7.1.2 Flexibilidad.....	170
7.1.3 Fluidez.....	178
7.1.4 Elaboración.....	182

PARTE III. APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO, ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	199
Capítulo 8. Aplicación del instrumento a tareas, a acción de clases y a respuestas de los alumnos.....	201
8.1 Elementos para el análisis de las tareas del dossier electrónico.....	202
8.2 Elementos para el análisis del proceso creativo en la acción de clase.....	203
8.2.1 Momentos creativos en la acción de clases.....	203
8.2.2 Escenario de los momentos creativos de la acción de clase.....	207
8.3 Elementos para el análisis de rasgos creativos en los logros de los alumnos....	209
8.3.1. Sobre al análisis de contenido.....	210
8.4 Resumen.....	212
Capítulo 9. Análisis de los resultados de la aplicación del instrumento a tareas del dossier electrónico.....	213
9.1 Elementos generales de potencial creativo en el conocimiento <i>matemático</i> de potencial creativo en tareas del Bloque 1: Matemática en la escuela y la sociedad.	214
9.1.1 Sobre indicadores.....	215
9.1.2 Sobre descriptores y rasgos.....	215
9.1.3 Sobre relación entre rasgos y tareas.....	217
9.1.4 Ejemplo de aplicación de rasgos a tareas.....	218
9.2 Elementos generales de potencial creativo en el conocimiento <i>didáctico</i> de potencial creativo en tareas del Bloque 1: Matemática en la escuela y la sociedad.	219
9.2.1 Sobre indicadores.....	219
9.2.2 Sobre descriptores y rasgos.....	220
9.2.3 Sobre relación entre rasgos y tareas.....	223
9.2.4 Ejemplo de aplicación de rasgos a tareas.....	224
9.3 Análisis comparativo de la aplicación del instrumento en el conocimiento <i>matemático</i> y en el conocimiento <i>didáctico</i> en el Bloque 1: Matemática en la escuela y la sociedad.....	225
9.4 Elementos generales de potencial creativo en el conocimiento <i>matemático</i> de potencial creativo en tareas del Bloque 2: Aritmética.....	227
9.4.1 Sobre indicadores.....	228
9.4.2 Sobre descriptores y rasgos.....	229
9.4.3 Sobre relación entre rasgos y tareas.....	231
9.4.4 Ejemplo de aplicación de rasgos a tareas.....	233
9.5 Elementos generales de potencial creativo en el conocimiento <i>didáctico</i> de potencial creativo en tareas del Bloque 2: Aritmética.....	234
9.5.1 Sobre indicadores.....	234
9.5.2 Sobre descriptores y rasgos.....	235

9.5.3 Sobre relación entre rasgos y tareas.....	237
9.5.4 Ejemplo de aplicación de rasgos a tareas	238
9.6 Análisis comparativo de la aplicación del instrumento en el conocimiento <i>matemático</i> y en el conocimiento <i>didáctico</i> en el Bloque 2: Aritmética.....	239
9.7 Elementos generales de potencial creativo en el conocimiento <i>matemático</i> de potencial creativo en tareas del Bloque 3: Geometría.....	241
9.7.1 Sobre indicadores.....	242
9.7.2 Sobre descriptores y rasgos.....	243
9.7.3 Sobre relación entre rasgos y tareas.....	245
9.7.4 Ejemplo de aplicación de rasgos a tareas.....	247
9.8 Elementos generales de potencial creativo en el conocimiento <i>didáctico</i> de potencial creativo en tareas del Bloque 3: Geometría.....	248
9.8.1 Sobre indicadores.....	248
9.8.2 Sobre descriptores y rasgos.....	250
9.8.3 Sobre relación entre rasgos y tareas.....	251
9.8.4 Ejemplo de aplicación de rasgos a tareas.....	253
9.9 Análisis comparativo de la aplicación del instrumento en el conocimiento <i>matemático</i> y en el conocimiento <i>didáctico</i> en el Bloque 3: Geometría.....	254
9.10 Análisis comparativo de la aplicación del instrumento en el conocimiento en los tres Bloques del dossier electrónico.....	256
Capítulo 10. Momentos de aprendizaje creativo. Análisis de los resultados de la aplicación del instrumento en la acción de clases	259
10.1 Momentos en la primera clase “Recordando también se aprende”	260
10.2 Momentos en la segunda clase “Armando y desarmando poliedros”	271
Capítulo 11. Análisis de los resultados de la aplicación del instrumento a respuestas de los alumnos	291
11.1 Resultados de rasgos creativos detectados en las respuestas de los alumnos a la tarea “zumo de tomate”	292
11.2 Resultados de rasgos creativos detectados en las respuestas de los alumnos a la tarea “sol”	296
11.3 Análisis de contenido de las respuestas de Ornella y Carolina a la tarea “zumo de tomate”	300
11.4 Análisis de contenido de las respuestas de Ornella y Carolina a la tarea “sol”	312

Capítulo 12. Conclusiones y perspectivas de la investigación.....	317
12.1 De la Creatividad en Matemática en Educación Matemática.....	318
12.2 Identificación de potencial creativo en la Formación inicial de Profesores de Primaria en Matemática.....	319
12.2.1 Sobre el potencial creativo de las tareas propuestas de formación.....	320
12.2.2 Sobre el desarrollo creativo en la acción de clases.....	321
12.2.3 Sobre el potencial creativo en las respuestas de los alumnos.....	323
12.4 Limitaciones de la investigación.....	324
12.5 Perspectivas de la investigación.....	325
Bibliografía.....	329
Anexos.....	343
Anexo 1.....	344
Anexo 2.....	353

Prefacio

Caminante no hay camino, se hace camino al andar
Antonio Machado (1923)

La perfección del pensamiento matemático ha llevado a considerarlo en muchas etapas de la historia de la humanidad como instrumento de comunión con la divinidad y con las fuerzas ocultas del mundo.
Miguel de Guzmán (1983)

Mi motivación para estudiar la creatividad nació cuando cursé como oyente en octubre del 2001 la asignatura *Estrategias didácticas y materiales innovadores y creativos*, dictada por el Dr. Saturnino de la Torre en un Doctorado de Educación de la Universidad de Barcelona. Allí me percaté del potencial existente en cada uno de nosotros cuando, en plena clase, entendí que yo misma podía ser más creativa al ver la cantidad de estrategias que podemos diseñar para dictar la asignatura, y de cómo, sin querer, nos vamos adormeciendo -en los términos de Bohm (2001)- y nos vamos mecanizando sin atrevernos a romper esquemas. Luego me inscribí en ASOCREA¹, *Asociación para la Creatividad*, gracias a la cual he participado en distintos Congresos sobre creatividad en España que me han permitido tener contacto con personas, en distintos ámbitos de la educación y otras áreas, que investigan sobre creatividad. Sin embargo, siempre había un vacío en los Congresos a los que asistí: al parecer, muy pocas personas se ocupan del tema de la creatividad matemática. He encontrado una excepción en el *Congreso Mundial de Educación Infantil*, patrocinado por la Universidad de Málaga, donde la profesora Dolores Sánchez llevó resultados de trabajos realizados en creatividad en Didáctica de la

¹ ASOCREA es una agrupación de profesionales que proporciona una cobertura estratégica a cuantos forman parte de la misma, facilitando de ese modo el estudio sobre la creatividad. Tiene como misión principal mejorar la calidad de vida de las personas, el desarrollo de las organizaciones de producción y servicios, y el progreso social mediante intercambio de ideas, la diversidad como riqueza y la convivencia.

Matemática. A nivel internacional existe un grupo de investigadores liderados por el profesor alemán Hartwig Meissner, quien ha organizado desde 1999 cuatro *Conferencias sobre Creatividad en Educación Matemática y Niños Talentosos*. He tenido la oportunidad de participar en las últimas tres ediciones, celebradas en Bulgaria, China y Chequia, respectivamente; en este último, celebrado el pasado mes de julio, tuve el honor de realizar la lectura plenaria de apertura.

Por otra parte, desde 1993 soy profesora de Matemática en la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo en Venezuela, y he observado cómo los alumnos llegan a la Universidad con esquemas muy rígidos, poca flexibilidad de pensamiento, planteamientos pocos originales y escasa capacidad de abstracción. Es una forma de aprender que es muy difícil de cambiar cuando ya están cursando carrera en Educación Superior.

La situación es distinta cuando hablamos de Educación Primaria. Efectivamente, por mi experiencia también dando clases de Matemática en primaria desde 1991 a 1996, considero que en este nivel sí se pueden lograr mejoras. Para ello, se debe efectuar cambios en la base; de aquí que se haga necesario formar maestros que estimulen la creatividad. Cuando hablamos de maestros en formación, también nos referimos a estudiantes universitarios. Son pocos los estudios sobre creatividad en la enseñanza universitaria, y aún menos información se encuentra cuando buscamos creatividad en formación de docentes de matemática.

Ya estando en la Universidad de Barcelona en el primer año de Doctorado en el año 2002, me llamó la atención las distintas estrategias usadas en la formación de maestros por los profesores de la asignatura *Bases para la Enseñanza de las Matemáticas* de la Diplomatura de Maestros, así como los mismos profesores que impartían clases en el doctorado eran parte del personal

que forma maestros. De allí surgió mi interés por observar y analizar la creatividad en los materiales, en la acción en clase y en las respuestas de los alumnos, interés que concreticé en un trabajo de investigación que formaba parte de la asignatura *Investigación Cualitativa*. En esa oportunidad observé dos aulas y cómo se incorporan las mejoras docentes propuestas por el grupo GIDECEM (*Grup d'Investigació del Departament Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica*), una de las cuales consiste en clases no presenciales a través de un dossier electrónico. Estudié estrategias creativas usadas en las clases no presenciales en los alumnos que cursan la asignatura, y analicé los logros creativos de los alumnos.

En el segundo año de doctorado decidí seguir con la investigación a través de la realización de dos trabajos de investigación: uno titulado *Creatividad y Matemática: Una aproximación de la relación entre la creatividad y la matemática en el campo educativo*; el otro se denominaba *Formación de un docente creativo en enseñanza de la matemática*. El primero abordaba el marco teórico de manera tal que recogía, en un estudio de carácter *bibliográfico documental*, la parte relativa a la creatividad en general y a la creatividad en Educación Matemática. Este estudio justificaría la parte *experimental* del segundo trabajo, donde se realizaría una investigación de tipo *exploratorio-descriptiva* que abarcaría el estudio de la formación de un docente creativo en matemática en las tareas, en la acción de clases y en los logros. Es decir, según lo planteado anteriormente, un trabajo era la continuación de otro; por ello hubo un acuerdo para realizar la investigación de manera conjunta con los dos tutores que acabaron dirigiendo esta tesis. Fue muy rica la experiencia puesto que trabajamos en equipo. Siempre nos reuníamos los dos tutores y yo, y cada uno aportaba su punto de vista en cada aspecto que se iba a agregar, a mejorar o a eliminar.

Como consideraciones finales de estas investigaciones, se plantea la necesidad de realizar estudios que respondan a interrogantes como: *¿Qué parte del discurso hace que una tarea de matemática sea creativa?, ¿Cuáles son los indicadores de un docente creativo en matemática?, ¿Por qué algunos alumnos tienen logros creativos en matemática y otros no?, ¿Cómo es el proceso creativo de la acción de clases en matemática?, ¿Cómo diseñar tareas creativas en matemática?, ¿Qué características tienen los materiales creativos en matemática?, ¿Qué elementos del contenido profesional docente debe tener la formación de un docente creativo en matemática?* No se duda de la necesidad de mejorar, innovar y crear en la enseñanza de la matemática, y que ésta es una tarea que corresponde a la Didáctica de la Matemática. No obstante, no se les explica ni a los formadores de maestros ni a los maestros cómo ser creativos.

En noviembre del 2003 presenté mi proyecto de tesis doctoral titulado *Creatividad y desarrollo profesional docente en matemáticas para la educación primaria*. La tesis doctoral constituía la continuación del trabajo de investigación que venía realizando en los cursos de doctorado, dirigido por los mismos tutores que me asesoraron en el segundo año y directores de ambas tesis. Ha sido un trabajo elaborado entre los tres. Por ello de ahora en adelante, acabada la parte introductoria del aspecto histórico-personal de este apartado, utilizaré la primera persona del plural en la redacción de esta tesis.

La creatividad es solicitada en todos los ambientes sociales, económicos, ecológicos, políticos y, por supuesto, educativos. Ya no se trata solamente que la creatividad esté presente en la música y en las artes, como se ha venido estudiando durante mucho tiempo. Hoy en día, para una empresa es importante su imagen corporativa, y en lugar de buscar empresarios con abundante formación académica, buscan más bien empresarios creativos,

capaces de innovar, de asumir riesgos, de enfrentar problemas con estrategias diferentes.

La necesidad de “creativizar” la sociedad está en la mente de todos los que han estudiado el fenómeno de la creatividad en profundidad. Es más, ven en ella la única vía de superación de la crisis actual (Torre, S. de la, 1984). No obstante, creemos importante reflexionar hasta qué punto la crisis actual se ha producido precisamente por “tanta creatividad”. Afirma Alan Tammadge (1979): *Hoy tenemos a nuestra disposición más poder constructivo y destructivo que nunca* (Tammadge, 1979: 148). S. de la Torre (1984) menciona que la ética de la creatividad es un punto conflictivo. Muchas veces, queriendo hacer el bien se puede hacer mucho daño. La deshumanización que se ha generado en la sociedad occidental moderna, a partir de una carrera tecnológica y una competencia ambas incesantes, hace que cada día haya un mayor desenfreno por producir cosas nuevas que cautiven el mercado para ocupar altos puestos de ventas y así promover un consumo desbocado. Paradójicamente, se ha llegado a tal estado de degeneración con un progreso ilimitado de romper el orden natural, que quizás aportando soluciones creativas podamos salir del mismo caos hacia donde la creatividad nos ha llevado. Realizando, por ejemplo, propuestas en relación a la destrucción de bosques, a los daños causados por las guerras, al deterioro de la capa de ozono, a la contaminación de mares y ríos, etc. Nuestra actual necesidad creativa es la que ha llevado a espectaculares avances en ciencia y tecnología conformando lo que hoy llamamos civilización occidental, y esta necesidad ha producido muchos de sus problemas (Tammadge, 1979). Por ello, se hace necesaria también una retrospectiva hacia el enfoque de la creatividad, planteamiento interesante que no es objeto de esta tesis; sin embargo, no podíamos dejar de señalarlo en la introducción de este prefacio.

La creatividad está al alcance de todos; sólo es cuestión de estimularla. No es un don especial, misterioso, que únicamente pertenece a unos pocos. Está al alcance de los que sientan la necesidad de probar, de explorar nuevas posibilidades, de dejar las cosas un poco mejor que antes (Goleman, Kaufman y Ray, 1992). Para poder hacer uso de la creatividad es preciso extirparle cualquier halo místico y considerarla como un modo de emplear la mente y de manejar la información (De Bono, 1974). Para algunos científicos, el trabajo creativo requiere, ante todo, un estado mental creativo, tal como lo señala Bohm (2001). En general, aprendemos de nuestros padres, profesores, amigos y de la sociedad a tener un estado mental conformista, imitativo y mecánico que no signifique un peligro para nuestras concepciones. Más adelante, Bohm precisa este planteamiento realizando la siguiente pregunta: *¿Cuál es, entonces, el estado mental creativo que tan pocos son capaces de lograr?* (Bohm, 2001:51), a lo cual responde que es el de la persona cuyo interés en lo que está haciendo es total e incondicional, al igual que un niño pequeño. Con este espíritu, siempre estará abierto a aprender lo que es nuevo, a percibir nuevas diferencias y nuevas similitudes que le conducirán a nuevos órdenes y estructuras, en lugar de tender siempre a imponer órdenes y estructuras en el campo previsto.

Creatividad y Matemáticas son palabras que pocas veces se encuentran juntas. Es más frecuente encontrar libros, artículos o estudios sobre Creatividad y Arte, Creatividad y Música, Creatividad y Literatura, Creatividad y Mercado, etc. Autores como Meissner (2000), dicen que la creatividad es un proceso complejo, y para algunas personas parece ser incompatible con la enseñanza de la matemática. Higginson (2000) sostiene que para un porcentaje muy alto de la población, no excluyendo a muchos maestros de matemáticas, 'creador' y 'matemáticas' son términos simplemente incompatibles. Se quiere que seamos creativos, y la palabra creatividad está aceptada socialmente, incluso llega a ser sobrevalorada. Pero el estudio de la creatividad es cuestionado porque se

considera que su concepto es muy ambiguo; de hecho, algunos autores evitan usar la palabra creatividad y en su lugar utilizan innovación, tareas ricas,... Un nuevo software se califica como creativo sólo con la intención de venderlo, pero en el fondo puede distar mucho de lo que constituye un producto creativo. Sugerir que una política educativa, un tema del currículo o un desarrollo pedagógico promueve o lleva consigo creatividad, es habitualmente suficiente para convertirlo en obligatorio. Habitualmente ni siquiera es necesario conocer de manera precisa lo que significa “creatividad”; se supone simplemente que es una “Buena Cosa” (Huckstep y Rowland, 2000). Se pide que el maestro sea creativo, pero no se le dice cómo. Se dice que un material determinado potencia y estimula la creatividad, pero no se da ningún tipo de justificación. Esto nos indica que debemos partir de abordar cuál es el significado concreto de la creatividad para llegar finalmente a operativizar unos indicadores de creatividad en la enseñanza de la matemática.

La matemática generalmente se relaciona con gente inteligente y talentosa. Gómez-Chacón (2002) expone esta creencia como: *La Matemática es creada por gente prestigiosa, muy inteligente y creativa. Otra gente trata de aprender lo que ellos han puesto en sus manos.* (Gómez-Chacón, 2002:14). No obstante, en todas las ciencias y áreas del saber siempre hay personas que tienen efectivamente un talento especial; por supuesto, la matemática no escapa a ello, y por esto desde hace mucho tiempo se están implementando las Olimpíadas Matemáticas a fin de estimular a aquellos estudiantes que tienen aptitudes extraordinarias para el aprendizaje de la misma. Aquí se pone de manifiesto la creatividad tanto en la elaboración de los problemas como en la forma de solucionarlos. Este evento ha tenido mucho éxito y es conocido en muchos países del mundo, donde se realizan estas competencias cada año.

Para Bellot (2003), la creatividad juega un papel muy importante en estos concursos pues frecuentemente los alumnos participantes descubren durante la prueba soluciones mejores y más brillantes que las aportadas por los proponentes de los problemas. Un ejemplo: en 1988 llegó al Comité organizador de la Olimpiada Matemática Internacional (IMO) un problema cuyo enunciado (sin solución) pasó al Comité de expertos. En el tiempo que se les concedió, ninguno de los expertos pudo resolverlo. Pese a eso, el Comité lo incluyó en la lista corta y fue elegido como Problema 6 (el más difícil). Durante la Olimpiada, 14 estudiantes lograron resolverlo por completo, y uno de ellos (búlgaro, por más señas) con una solución tan brillante que mereció Premio especial del Jurado. La participación de los estudiantes en este tipo de eventos estimula la creatividad de los alumnos: *El afán de superación, la curiosidad por saber cuál es la solución de otros participantes, las discusiones que se establecen para comentar unas u otras soluciones, todo lo que los alumnos aprenden durante el entrenamiento y durante la Olimpiada... es una experiencia inolvidable.* (Bellot, 2003:3).

Al hablar de creatividad y matemática se suele relacionar también con juegos, acertijos, resolución de problemas,..., es decir, el ámbito que corresponde a la matemática recreativa. En la realización de estos problemas, las personas deben utilizar su ingenio y creatividad para resolverlos, independientemente de la creatividad de las personas que lo formularon. Deulofeu (1999) describe que las recreaciones son equiparables a los juegos en cuanto a su aspecto lúdico, pero, a diferencia de éstos, tienen un carácter individual, pues ahora se trata de jugar con un adversario constituido por las propias reglas del juego en lugar de hacerlo con otra persona. Las recreaciones enfatizan la idea de reto que se esconde en la resolución de cualquier problema, y al mismo tiempo permiten incidir sobre aspectos importantes relacionados con las dificultades para los procesos de resolución de problemas, como son: autorestricciones, las interpretaciones abusivas o los implícitos del lenguaje

verbal que subyace a los enunciados, las falsas intuiciones, las paradojas, las particularizaciones y las generalizaciones. Este autor enfatiza que la Matemática Recreativa constituye hoy una fuente para el diseño de actividades de aprendizaje.

Nuestro estudio se ha centrado en la formación de maestros porque creemos que es el eslabón desde donde se puede iniciar un cambio general. Observamos muchas veces que, por un lado, los futuros maestros siguen siendo formados en las Facultades con clases magistrales y sin mucha variedad de estrategias, pero, por otro lado, cuando llega el momento de ejercer se les exige dar clases con unos programas que contienen tal cantidad de estrategias que ellos mismos no saben cómo aplicar, e incluso deben enseñar matemáticas con un ordenador con programas que no saben cómo utilizar. Muchas veces el maestro recién diplomado termina finalmente dando clases usando sólo los libros de texto consumibles como recurso. General y lógicamente, los maestros explican con la concepción con la que fueron enseñados en el sistema escolar, repiten el patrón recibido en la Universidad, o copian la forma de enseñar de sus colegas; entonces comienza un círculo vicioso difícil de romper. Por tanto, el formador de maestros debe luchar para deshacer estos esquemas.

Las contribuciones de la creatividad en la formación de docentes han de ser tan significativas como los mismos procesos de investigación, es decir, que el perfil creativo puede ser tan importante como el perfil del profesor-investigador, profesor profesional reflexivo. La creatividad tiene mucho que aportar, quizás tanto como la investigación-acción, la tecnología, la didáctica crítica y otras corrientes que han imperado en los procesos de formación docente (Shön, 1992). Se precisa personas creativas y han de ser, como educadores, en sí mismos creativas. No debe ser una labor de improvisación educar la creatividad, sino que en el aprendizaje creativo se debe aplicar el

principio de una participación activa e implicativa; esto quiere decir que los estudios sobre la creatividad del profesor han de ser alentados y elaborados. Mead, citada en González (1981), señala que: *Si queremos dar más importancia a la creatividad en el niño debemos fomentar activamente la creatividad en el maestro*. (Mead, 1962:172). Coincidimos con Alsina (2002) en que en la educación matemática se necesita menos temas y menos rutinas y más ideas y más creatividad. Necesitamos formar no sólo un buen docente de matemáticas, sino un maestro que sea capaz de innovar y que para ello sepa aprovechar el entorno y usar la interdisciplinariedad, un maestro que incentive a sus alumnos a crear.

Ahora bien, es importante el estudio de la creatividad en la enseñanza de la matemática porque la creatividad inspira entusiasmo, alegría, curiosidad; porque tanto el alumno como el maestro se cansan menos; porque cada día es un acto de creación; porque por parte del maestro hay ilusión en ver cómo reaccionarán sus alumnos ante una nueva propuesta y en recoger el feed-back de sus alumnos; porque por parte de los alumnos hay interés por saber con qué cosa nueva aparecerá el profesor o qué propuesta innovadora el mismo alumno propondrá al profesor. En resumen, es devolverle la vida tanto al acto de enseñar como al acto de aprender.

Hay una extensa investigación en el campo de didáctica de la matemática en formación inicial de maestros sobre concepciones, creencias, diseño de medios, etc.; sin embargo, es poco lo que se ha escrito sobre creatividad en los procesos de enseñanza y aprendizaje en matemáticas. Algunas investigaciones se centran en *caracterizar un docente creativo en matemática*; otras describen cómo debería ser *la formación de un docente creativo en matemática*; otras, el estudio de *alumnos de alto rendimiento*, y otras plantean *tareas creativas para la enseñanza de la matemática*. No obstante, en ninguna de estas investigaciones se hace una

caracterización de indicadores de la creatividad en la formación de maestros en tareas, en la acción de clase y en las respuestas de los alumnos.

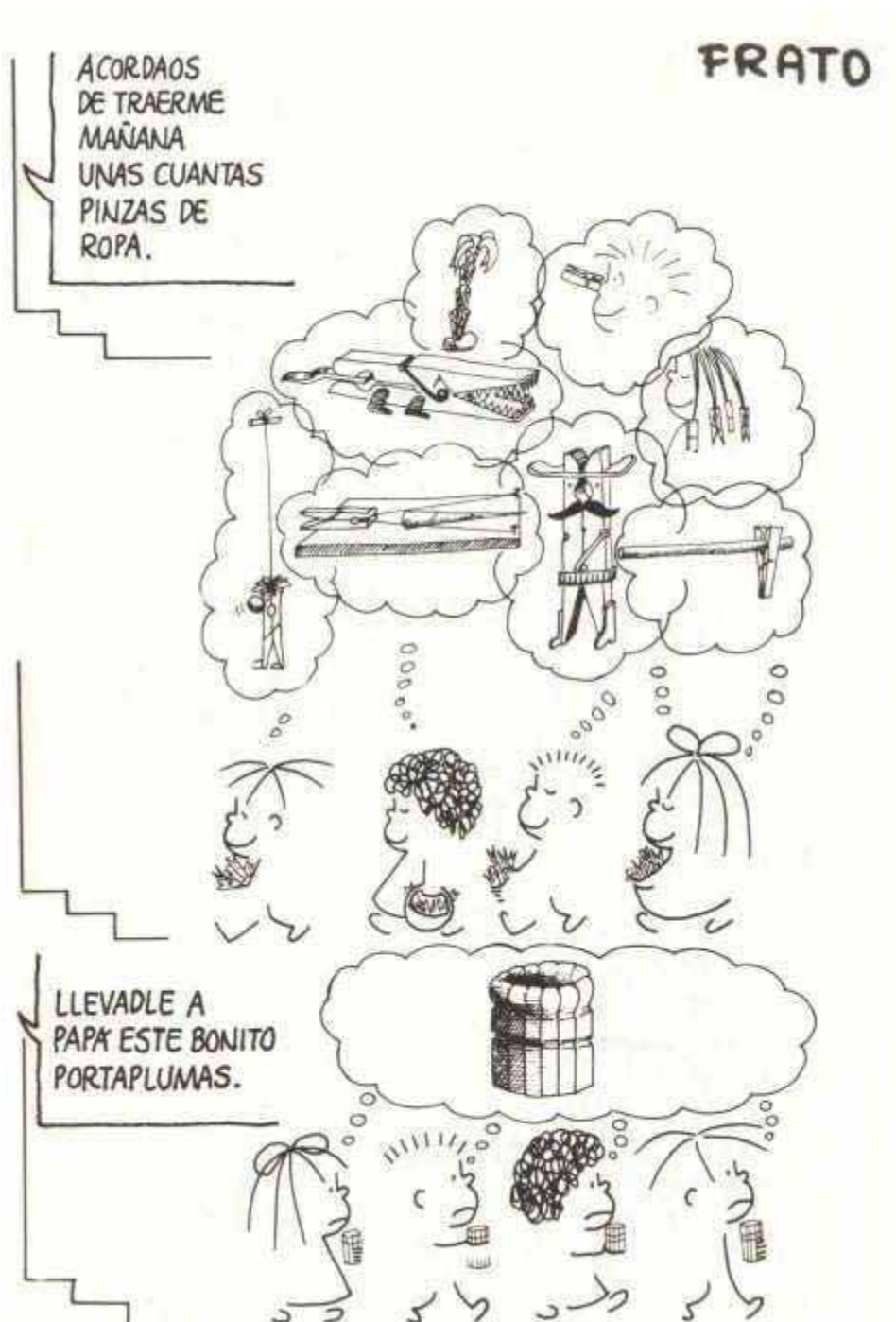
La tesis se divide en tres partes:

- En la primera se explican los fundamentos teóricos y el planteamiento del problema. Se da una visión general de la forma en que aparece relacionadas creatividad y matemática según diversos autores, resumiendo algunos enfoques de la creación en matemática. Se describen elementos para definir creatividad y para caracterizar indicadores básicos de creatividad. Se recogen planteamientos sobre educación creativa, investigaciones en creatividad y educación matemática, y sobre desarrollo profesional docente y creatividad en la formación inicial de maestros de primaria en matemática. Luego, se muestra la elaboración de un modelo integrador de creatividad y desarrollo profesional docente.
- En la segunda parte, tomando como base el fundamento teórico, se realiza el planteamiento del problema, se definen los objetivos a ser alcanzados y se exponen los aspectos metodológicos de la investigación. Esto comprende la explicación del tipo de investigación, muestra, contexto, técnica de recogida de datos y la elaboración del instrumento para caracterizar la creatividad en tareas, en acción de clases y en respuestas de los alumnos.
- En la tercera y última parte, se explica la aplicación del instrumento y el análisis de los resultados de la aplicación del instrumento, y se presentan las conclusiones y perspectivas de la investigación.

Cada parte comienza con una ilustración humorística crítica del educador italiano Francesco Tonucci (1987), quien firma con el pseudónimo de Frato. Cada capítulo comienza con unas citas seleccionadas en relación al contenido y un párrafo que lo condensa.

I PARTE

FUNDAMENTOS TEÓRICOS



Capítulo 1

Creatividad y Matemática

Podemos sorprendernos de ver invocar la sensibilidad con motivo de demostraciones matemáticas que aparentemente no podrían interesar más que a la inteligencia. Esto sería olvidar el sentimiento de la belleza matemática, de la armonía de los números y de las formas, de la elegancia geométrica. Es un auténtico sentimiento estético que todos los verdaderos matemáticos conocen. He aquí una verdadera sensibilidad...

(...) De este modo es esta sensibilidad estética especial la que juega el papel de la criba delicada a la que me refería antes, y esto hace comprender, por otra parte, por qué aquel que esté desprovisto de ella no será jamás un verdadero inventor.

Henry Poincaré (1908)

(...) el matemático y el poeta coinciden en la idea fundamental de que inventar es elegir.

Jacques Hadamard (1944)

(...) en una época en la que los contenidos de las matemáticas elementales están siendo determinados más claramente en los currículos y estándares nacionales, hay movimientos complementarios para animar a los alumnos jóvenes a jugar su propio papel en la generación del conocimiento, a hacer conjeturas, a esperar errores, a ver la necesidad de comprobaciones, a convencer, a probar. En una sociedad que cambia rápidamente, una forma flexible de pensar, más allá de la mera aplicación de algoritmos, se está convirtiendo no sólo en deseable sino cada vez en más necesaria. La creatividad sólo en su más bajo nivel ya no es aceptable.

Gontran Ervynck (1991)

En este capítulo se describen algunos enfoques de la creatividad en matemática. Se realiza una aproximación a algunas dimensiones del estudio de la creatividad: Creatividad como entidad personal, Creatividad como ambiente, Creatividad como proceso, Creatividad como producto. Se explican los criterios básicos de creatividad: Originalidad, Flexibilidad, Fluidez y Elaboración, que posteriormente se utilizarán en la construcción de las categorías para caracterizar la creatividad en la formación inicial de maestros.

1.1 Creatividad en Matemática

A través de un famoso ejemplo de Historia de la Matemática podemos observar cómo existen relaciones entre la creatividad y la matemática. Efectivamente, quizás una de las historias de matemáticos que más ha impactado en la mente de la gente, y además conocida por personas cuyo interés no son las matemáticas, es la de Arquímedes gritando: ¡Eureka! Se dice que salió desnudo de su baño a la calle para describir cómo había trabajado para determinar el volumen de base de metal de la corona de Herón. Lo que se recuerda más claramente en cualquiera de las versiones de la historia, es el sentido del descubrimiento, la captura del espíritu de la creatividad en la palabra Eureka; es una de las pocas palabras cuyos orígenes están en la historia de la matemática y que ha encontrado un lugar en lenguaje. En la conversación ordinaria, si alguien dice ¡Eureka! sus oyentes saben inmediatamente que se ha producido algún descubrimiento, y se recordará el entusiasmo que tenía esa persona por compartir la historia de la forma en que había descubierto la idea, la acción, la asociación o la solución de un problema (Daniel, 2003).

Los estudios sobre creatividad en matemática suelen ser escasos. Al parecer, muchos matemáticos no están interesados en el análisis de sus propios procedimientos de pensar y no describen cómo trabajan o construyen sus teorías. Sólo unos pocos -como Poincaré (1908) y Hadamard (1945)- describen explícitamente las ideas relacionadas con la creatividad matemática (Ervinck, 1991). De hecho, convencionalmente en las publicaciones científicas se muestra los resultados y muy poco los procesos creativos que los han producido.

La exposición de Poincaré es el intento más famoso de descripción de lo que sucede en la mente de un matemático. En efecto, los procesos o fases de la creatividad explicadas por varios autores -como Wallas (1926), Hadamard

(1947), Goleman, Kaufman y Ray (1992), Torrance (1976), Rodríguez (1995) - se basan en aquella conferencia dictada por este famoso matemático en 1908.

Entre otras consideraciones, Poincaré (1908) sostenía que la intuición del orden matemático que hace adivinar las armonías y las relaciones ocultas, no puede pertenecer a todo el mundo. A lo largo de su discurso insistió en que sólo aquel que disponga de una sensibilidad estética especial puede ser un verdadero inventor. Existen diversos tipos de personas que:

- a) No poseerán este sentimiento delicado difícil de definir, ni una fuerza de memoria y de atención por encima de lo vulgar, por lo que serán incapaces de comprender las matemáticas un poco elevadas. Esto ocurre en la mayoría de la gente.
- b) No tendrán este sentimiento más que en débil grado, pero estarán dotados de una memoria poco común y de una gran capacidad de atención. Aprenderán de memoria los detalles unos después de los otros, podrán comprender las matemáticas y alguna vez aplicarlas, pero serán incapaces de crear. Así sucede en algunas personas.
- c) Poseerán en un grado más o menos elevado la intuición especial de la que habla Poincaré, y entonces no solamente podrán comprender las matemáticas aunque su memoria no tenga nada de extraordinario, sino que podrán llegar a ser creativos y tratarán de inventar con más o menos éxito, según que esta intuición esté en ellos más o menos desarrollada. Esto pasa en pocos casos.

Para Poincaré, la invención matemática consiste precisamente en no construir combinaciones inútiles sino sólo las que puedan ser útiles, que no son más que una ínfima minoría. Inventar es discernir, es elegir. Según esto, aquellos elementos están armoniosamente dispuestos, de manera tal que el

espíritu del matemático pueda sin esfuerzo abarcar todo el conjunto penetrando en los detalles. Esta armonía es a la vez una satisfacción para las necesidades estéticas y una ayuda para el espíritu que ella sostiene y guía. Al mismo tiempo, poniendo ante los ojos del investigador un todo bien ordenado, hace presentir una ley matemática. En consecuencia, afirma que las combinaciones útiles son precisamente las más bellas, las que pueden encantar más a esa sensibilidad especial que los matemáticos conocen pero que los profanos ignoran hasta el punto de sonreírse. El autor describe el proceso de creación matemática a través de los mecanismos del consciente y del inconsciente:

Lo que sorprenderá primero son estas apariencias de iluminación súbita, signo manifiesto de un largo trabajo inconsciente anterior; el papel de ese trabajo inconsciente en la invención matemática me parece indudable y se hallarán huellas en otros casos donde es menos evidente. A menudo, cuando se trabaja en una cuestión no se hace nada bueno la primera vez que se pone uno a trabajar; tras de esto, se toma uno un reposo más o menos largo y vuelve a sentarse a trabajar delante de su mesa. Durante la primera media hora se continúa no encontrando nada y después, de golpe, la idea decisiva se presenta a la mente. Se podría decir que el trabajo consciente ha sido más fructífero, puesto que ha sido interrumpido y el reposo ha devuelto al espíritu su fuerza y su frescor. Pero es más posible que este reposo haya sido reemplazado por un trabajo inconsciente y que el resultado de este trabajo se haya revelado enseguida al geómetra, lo mismo que en los casos que he citado; solamente que la revelación, en vez de efectuarse en un paseo o en un viaje, se produce durante un período de trabajo consciente, pero independiente de este trabajo, que desempeña además un papel de desprendimiento, como si fuera el aguijón que hubiera excitado los resultados, ya adquiridos durante el reposo pero que subsistían inconscientes, a tomar la forma consciente. (Poincaré, 1908: 47)

Al respecto, Poincaré hace una observación con relación a las condiciones de trabajo del inconsciente, y dice que es posible, o en todo caso que solamente es productivo, si es precedido por una parte, y seguido por otra, de un período de trabajo consciente. Nunca, enfatiza el autor, estas inspiraciones repentinas se producen sino al cabo de varios días de esfuerzos voluntarios, que han parecido absolutamente infructuosos y donde se ha creído no hacer nada bueno, en los

que da la impresión de haber tomado una ruta totalmente desacertada. Estos esfuerzos no han sido tan estériles como se piensa, y han puesto en marcha la máquina inconsciente; sin ellos no habría marchado ni, por lo tanto, producido nada. Así mismo, resalta la necesidad del segundo período de trabajo consciente después de la inspiración, que consiste en deducir las consecuencias inmediatas, ordenarlas, redactar las demostraciones y, sobre todo, verificarlas. Es aquella certeza absoluta que acompaña la inspiración. Poincaré establece una hipótesis:

(...) el yo inconsciente no es inferior al yo consciente; no es sólo automático, es capaz de discernir, tiene tacto, delicadeza, sabe elegir y adivinar. Qué digo, aún más, sabe adivinar mejor que el yo consciente, puesto que ha tenido éxito allí donde el otro ha fracasado. En una palabra, el yo inconsciente, ¿no es superior al yo consciente? (Poincaré, 1908: 49)

Más adelante agrega que en el yo subconsciente domina lo que él llama la libertad, la ausencia de disciplina y el desorden nacido al azar. Solamente este desorden permite los acoplamientos inesperados. Mientras que el yo consciente está estrechamente limitado, al yo subconsciente no se le conocen límites. En resumen, la idea principal de este autor es que la invención matemática se produce gracias a los mecanismos de trabajo de los “dos yo”, el consciente y el inconsciente, y a una especial sensibilidad estética que tiene el que inventa en matemática, y que le permite adivinar armonía y orden en la naturaleza.

Jacques Hadamard, en su obra “Psicología de la invención en el campo de la matemática”, analiza y diferencia dos aspectos de la creatividad:

- a) *El descubrimiento*, que sería el dar a conocer algo que estaba desde ahí antes
- b) *La invención*, que es la ideación o realización de algo que no existía como tal.

Hadamard, a través de una introspección y de encuestas realizadas a científicos de su tiempo -como George Birkhoff, Norbert Wiener, Jessie Douglas, George Polya, Claude Levi-Strauss ó Albert Einstein- habla sobre el proceso de creación en matemática y va comparando las fases del proceso creativo con las que describe Poincaré. Realiza una afirmación interesante y dice que la creación y la inteligencia matemática no están sin relación con la creación en general y con la inteligencia en general. Al respecto, comenta que raramente sucede en las escuelas superiores que el alumno que es primero en matemáticas sea el último en otras ramas de sus estudios; y además, considerando un nivel más alto, una gran proporción de matemáticos eminentes han sido también insignes creadores en otros campos. El autor, además, resalta el papel del elemento afectivo en la creación matemática: dice que los estados emocionales pueden favorecerla o desfavorecerla. De acuerdo con esto, hace una conclusión interesante sobre la disertación de Poincaré y afirma:

Que el elemento afectivo constituye parte esencial de todo descubrimiento o invención es del todo evidente y ha sido reconocido por muchos pensadores; es claro, efectivamente, que ningún descubrimiento o invención de importancia pueden tener lugar sin la voluntad de descubrir. Pero, con Poincaré, vemos algo más, vemos que la intervención del sentido de la belleza constituye un medio indispensable de descubrir. Llegamos, pues, a la doble conclusión:
-Que la invención es elección,
-Que esta elección está gobernada imperativamente por el sentido de belleza científica. (Hadamard, 1947:65)

Ervynck (1991) ha hecho una descripción de la naturaleza de la creatividad matemática y cómo funciona. El autor parte de una observación detallada de las diferentes clases de actividad matemática (como procedimiento heurístico y registro de ejemplos de creatividad matemática) y deduce algunas características del fenómeno dando una definición provisional:

La creatividad matemática es la capacidad para resolver problemas y/o desarrollar el pensamiento en estructuras, teniendo en cuenta la peculiar naturaleza lógico-deductiva de la disciplina y la adecuación

de los conceptos generales a lo que es importante en matemáticas.
(Ervynck, 1991: 47)

Según este autor, la creatividad desempeña un papel importante en el pensamiento matemático avanzado porque está presente en las primeras etapas de desarrollo de una teoría matemática. Explica que la creatividad matemática no ocurre en el vacío, sino que necesita un contexto que incluye una preparación del individuo y unas experiencias previas. Describe cinco ingredientes de la creatividad matemática: *el estudio, la intuición, la imaginación, la inspiración y los resultados*. *El estudio* consiste en el esfuerzo que se hace al familiarizarse con el problema, lo que crea en la mente estructuras conceptuales que contienen el potencial creativo para la creatividad matemática. *La intuición* es el producto de la acción de esas estructuras conceptuales sobre datos nuevos. A su vez, las intuiciones pueden llevar a *la imaginación* y a *la inspiración* a que formulen *los resultados* requeridos, al principio de una forma imperfecta pero luego mejorada por reflexión en el orden formal deductivo.

Ervynck habla del poder motivador de la creatividad matemática que resulta de la interacción de *comprensión, intuición, inspiración y generalización*.

El poder motivador de la creatividad matemática

Comprensión	Capacidad de regenerar Profundización simultánea del entendimiento Inspiración de un concepto	
Intuición	Formación de imágenes de un concepto Concepción de conjeturas plausibles Imaginación Fantasía matemática Curiosidad	
Inspiración	Formulación de nuevos conocimientos Revisión de los intereses Reordenación Predecir lo que es importante en el futuro	
Generalización	Habilidad para prever lo que será importante en el futuro Extensión de los esquemas actuales en un contexto más amplio	<i>Expansiva</i> : amplía la aplicabilidad de la teoría sin cambiar la naturaleza de la estructura cognitiva <i>Reconstructiva</i> : requiere una reorganización de la estructura del conocimiento

Fig. 1.1.1

Elaboración propia. Fuente: Ervynck, G (1991).

En su descripción, Ervynck explica lo que considera las características de la creatividad matemática, que denomina *De relación, Selectiva, Idoneidad, Condensación*:

- *De relación*: Se estimula a través de la interacción y establece una relación conceptual entre dos o más conceptos, de modo que surge una nueva idea que integra diferentes aspectos de los conceptos iniciales en uno solo.
- *Selectiva*: La creatividad matemática actúa como la mutación cuando una cadena de ideas produce una reestructuración, quizá en un único punto. Entre todas las reestructuraciones, algunas son útiles y otras no. Algunas sobreviven y otras son eliminadas aunque sean completamente correctas desde un punto de vista formal.
- *Idoneidad*: Este es un criterio cualificativo para medir el valor de las definiciones, teoremas y conjuntos de axiomas en matemáticas.
- *Condensación*: La creatividad matemática tiene la capacidad de elegir la formulación y el simbolismo apropiados para la representación de los conceptos matemáticos. La importancia de la representación matemática no puede ser subestimada. La creatividad matemática debe conducir a nuevas formas de manejar la complejidad de las relaciones entre conceptos. Esto lo hace incluyendo nuevas estructuras en objetos individuales que son más fáciles de manipular mentalmente.

Finalmente, en su disertación Ervynck se refiere a la falibilidad de la creatividad matemática y a sus consecuencias en la enseñanza. Señala que:

Una característica importante de la creatividad matemática que la distingue de las cualidades generalmente aceptadas de una teoría matemática es que a veces falla. Poner juntas nuevas ideas de forma que se pruebe que son brillantes, puede conducir a error. No hay garantía de que los teoremas se formulen correctamente, o que dichos teoremas estén acompañados de la demostración correcta... Según la opinión de Lakatos (1976), las matemáticas no funcionan haciendo avances pasito a pasito en una dirección predeterminada, sino de una manera más errática. El pensamiento matemático, en oposición a la reflexiva organización de lo matemáticamente establecido, es una actividad creativa que contiene la posibilidad del error humano. De hecho, es justamente esta posibilidad de error lo que produce los mayores avances en tales monumentos del espíritu humano. (Ervynck, 1991: 52)

La falibilidad de la creatividad matemática es algo que a los estudiantes les cuesta aceptar. Los estudiantes a menudo tienen la impresión de que, en matemáticas, todo es lógico, cierto, preciso, demostrable, explicable. Pero la creatividad matemática no es ninguna de esas cosas, afirma Ervynck. Hay una diferencia importante entre las actuales formas de trabajo de los investigadores matemáticos y las matemáticas que se seleccionan para ser enseñadas a la próxima generación.

1.2 Algunas dimensiones del estudio de la creatividad

La palabra creatividad tiene su origen en el término latino *creare*, que significa engendrar, producir, crear. El Diccionario de la Real Academia, en su edición N^o 22, define la creatividad como: “*la facultad de crear, capacidad de creación*”. Para algunos, la creatividad es una actitud; por ejemplo, para Goleman, Kaufman y Ray (1992) la creatividad es una actitud ante la vida; en esta misma línea, para Sternberg (2001a) la creatividad es una decisión. Para otros autores la creatividad es una aptitud, esto es, caracterizan la creatividad como la capacidad del individuo para captar estímulos, transformarlos y comunicarnos ideas o realizaciones personales, sorprendentes y nuevas (de la Torre, 1984); utilizar información y conocimientos de una forma nueva, y encontrar

soluciones divergentes para los problemas (Monreal, 2000); hallar relaciones entre experiencias antes no relacionadas, y que se dan en la forma de nuevos esquemas mentales, como experiencias, ideas o productos nuevos (Parnes, 1963).

Algunos autores incluyen la actitud y aptitud en sus definiciones, como De Bono (1974), para quien la creatividad es un modo de emplear la mente y manejar la información, una actitud mental y una técnica de pensamiento. Hay quien define la creatividad como el proceso que produce una obra nueva que es aceptada como defendible o útil o satisfactoria por un grupo en un determinado momento temporal (Stein, 1956). Podríamos seguir dando distintas definiciones de creatividad, pero lo cierto es que no hay una definición standard; es así como diversos autores que estudian el tema no acaban en ponerse de acuerdo:

(...) si tuviésemos que resumir estas diferentes perspectivas, podríamos decir que hay autores que la consideran como un proceso encargado de establecer cosas nuevas (Koestler, Parnes, De Bono), mientras que otros estudiosos dan más importancia al resultado, al producto, que al propio proceso (Barron, Abric), y hay quien la define como una capacidad psicológica del mismo estilo que la inteligencia o la motivación (Guilford, Dreudhal, Ketcham, Hainovitz). (Muñoz, 1994:14).

Por si fuera poco, otro de los factores que influyen en esta ambigüedad de la definición de creatividad, además de su propia naturaleza como concepto, es que al estar presente en casi todos los ámbitos de la vida cotidiana moderna, cualquiera se atreve a opinar, escribir o a hablar sobre creatividad. Sin embargo, hasta el momento el estudio científico de la creatividad ha sido asumido por la psicología, la creatividad es un objeto propio de la psicología y, sin su aportación, la creatividad es ininteligible. La psicología no es la ciencia de la creatividad pero la ciencia de la creatividad no es posible sin la psicología (Monreal, 2000). En efecto, nos ubicamos en el contexto de la educación de la sociedad occidental moderna, donde el término creatividad se usa con

frecuencia desde los años 50 aproximadamente. Cuando aparece el boom de las investigaciones psicológicas en USA, se usa el lema: *Quien tiene la creatividad, tiene el poder*².

Ahora bien, los estudios científicos de la creatividad han tenido posiciones adversas de investigadores que plantean la imposibilidad del estudio científico de la creatividad, como K. R. Popper (1956) quien afirma: *la creatividad es por sí misma impredecible* (citado en Monreal, 2002:39). Popper sostiene que la inspiración debe considerarse fundamentalmente irracional, y que el producto creativo es por definición algo nuevo y sorprendente sobre lo que no hay noticia anterior. A esta posición replica Monreal (2000) comentando que Popper parte de un concepto que hoy se considera extraño: habla de que la inspiración creativa es irracional y, por lo tanto, impredecible. Y si ese es el caso, señala que las vías actuales de las ciencias van por caminos distintos de los planteados por el determinismo popperiano, pues la ciencia ha iniciado el indeterminismo cuántico que demuestra que existen hechos totalmente impredecibles. Se sabe también que hay otros hechos que no son absolutamente imprevisibles pero sí lo son relativamente: se debe esto a la complejidad del fenómeno o a la ignorancia de la investigación. Pero no por esto deja de existir la ciencia. Estas realidades, dice Monreal, han traído la nueva convicción de que la predicción no ocupa el eje central que Popper le atribuye. Citando a Boden (1994), *la ciencia no es profecía (...) Su objetivo principal no es decir qué ocurrirá, sino explicar cómo es posible que las cosas ocurran como lo hacen* (Monreal, 2000: 41).

² (...) todos los grandes países, y bajo el rubro de gastos militares o de defensa, también están trabajando mucho en investigación y perfeccionamiento. Cada país debe tratar de ser el primero en descubrir aquella nueva arma que ponga fuera de juego a todas las armas actuales. Creo que los gobernantes empiezan a darse cuenta de que las personas capaces de tales descubrimientos son de esta raza a la que siempre han tratado con antagonismo, es decir, las personas creativas. Pero ahora tendrán que aprender a tratar con personal creativo, a seleccionarlo precozmente, a educar y promover a las personas creativas. (Maslow, 1971: 126).

Cabe esperar entonces que existan muchos hechos impredecibles sin que esto signifique la pérdida del carácter científico.

Otro autor que también ha criticado el estudio científico de la creatividad según los estudios hechos por Monreal, es Roger Penrose (1994), quien afirma que los conceptos científicos son los que pueden cuantificarse y caben, por lo tanto, dentro de un algoritmo. Según Penrose, la creatividad no cabe dentro de un algoritmo pues no es computable. Para Monreal, parece extraño este planteamiento pues la historia de la investigación muestra abundante existencia de estudios algorítmicos de la conducta creativa.

Con relación a estas críticas al estudio de la creatividad, coincidimos con Bunge (1986), quien afirma que los empiristas y los formalistas parecen haberse avergonzado de reconocer que la chispa de la construcción científica –la formación de conceptos nuevos, la “adivinación” de suposiciones novedosas y la invención de nuevas técnicas- no se ajusta al nivel de la percepción sensible ni al nivel de la reconstrucción lógica, sino que debe hallar su sitio en un nivel intermedio, equidistante de los niveles sensible y discursivo. Según este autor, algunos científicos han expresado su antipatía por el término “creación” como si implicase una emergencia de la nada, y han preferido decir que la novedad, como en el espíritu, no es más que una ilusión, un nombre para la división, la redistribución o la composición de unidades preexistentes. El resultado de este prejuicio es que carecemos de una teoría de la producción intelectual. En esta misma línea, De Bono (1992) señala que la verdadera razón de que hayamos hecho tan poco por el estudio de la creatividad es porque no la hemos comprendido en absoluto. Al respecto, infiere que todas las ideas valiosas que han aparecido como resultado de la perspicacia, de la casualidad o del error *deben ser siempre presentadas, en la literatura científica, como si hubiesen surgido por un proceso de cuidadosa lógica; de otra manera, el documento no sería nunca publicado*

(De Bono, 1992:250). Se niega la creatividad y se insiste en que la idea se concibe a través de una lógica adecuada.

A pesar de las posiciones adversas al estudio de la creatividad, es un campo que está en expansión y, de hecho, se habla de la Ciencia de la Creatividad (Torre de la, 1991a). Taylor (1975) clasifica en siete grandes apartados o grupos las áreas en que se investiga la creatividad:

- ✓ Investigaciones teóricas, considerando la creatividad en su génesis epistemológica y en la formulación del problema
- ✓ La creatividad en su proceso
- ✓ La creatividad en sus productos
- ✓ La creatividad en relación a la inteligencia
- ✓ La creatividad en relación a la salud mental
- ✓ La personalidad creativa
- ✓ Los climas creativos

Muñoz (1994) cita a Ross L. Mooney, quien propuso durante una conferencia en 1957 ordenar los trabajos de creatividad en función de cuatro categorías, que a partir de aquel momento aceptaron todos los comentaristas sobre el tema: *persona, proceso, producto y ambiente*.

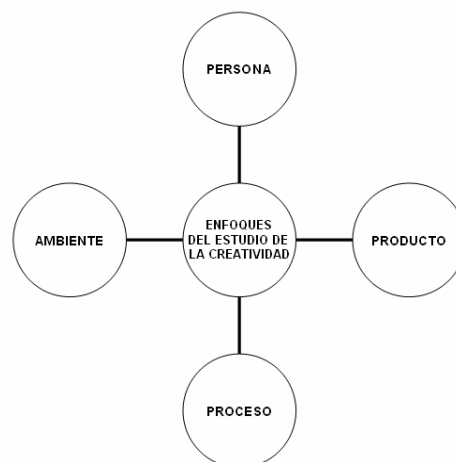


Fig. 1.2.1

Es decir, hay autores que a la hora de justificar un comportamiento creativo ponen el acento más en la persona y en sus rasgos psicológicos; otros se dedican a trabajar, sobre todo, el aspecto concreto de las técnicas creativas; unos terceros caracterizan la creatividad a partir del análisis del hallazgo, y hay quienes se fijan más en aquellos aspectos ambientales que la puedan reprimir o incentivar. De acuerdo a esto, se describirán brevemente cada uno de estos enfoques: la creatividad como característica personal, la creatividad y el ambiente, la creatividad como proceso, la creatividad como producto.

1.2.1 Creatividad como entidad personal

Una parte de los estudios que se realizan en creatividad están dirigidos a estudiar cuáles son las características que hacen a una persona creativa. Uno de los investigadores que le ha dado respuesta a esta pregunta es Guilford (1962), para quien la personalidad creativa resulta de la combinación de rasgos característicos de las personas creativas. De acuerdo a este autor, una conducta creativa incluye actividades tales como invención, elaboración, organización, composición, planificación; los individuos que dan pruebas manifiestas de esos tipos de comportamiento son considerados como creativos.

La recopilación de Marín (1991) de autores como Guilford, Lowenfeld y Torrance, recoge algunos indicadores de la persona creativa como originalidad, flexibilidad, fluidez, elaboración, análisis, síntesis, apertura mental, comunicación, sensibilidad para los problemas, redefinición y nivel de inventiva. En lo que sigue, se indicarán las características más generales que definen cada uno de estos indicadores:

Originalidad: Es el criterio más frecuentemente usado como indicador de las personas creativas (Marín, 1991). La originalidad se refiere a lo único, lo

irrepetible, lo primero en aparecer. Las personas con originalidad tienen la capacidad de generar ideas nuevas y valiosas.

Flexibilidad: Las personas creativas tienen flexibilidad en el pensamiento (Marín, 1991). La flexibilidad se opone a la rigidez, a la inmovilidad, a la incapacidad de modificar comportamientos, actitudes o puntos de mira, a la imposibilidad de ofrecer otras alternativas o de variar en la ruta y en el método emprendido. Hay flexibilidad en la riqueza de la argumentación cuando una persona, para defender su posición, no usa un solo argumento sino muchos y variados. Los individuos creativos destacan por su capacidad para adaptarse a casi cualquier situación y para arreglárselas con lo que está a mano a fin de alcanzar sus objetivos (Csikszentmihalyi, 1998).

Productividad o Fluidez: Puede darse entre los no creativos, si se aísla de los dos criterios anteriores. La persona creativa genera una gran cantidad de respuestas, de soluciones. Los grandes creadores suelen construir muchas obras. Obviamente, puede haber una gran producción monocorde, casi repetitiva, mecánica; por eso este indicador es complementario, no tan característico y decisivo como los de la originalidad y la flexibilidad, pero sin duda interesante (Marín, 1991).

Elaboración: Las personas creativas tratan sus producciones con detalle, de manera cuidadosa y minuciosa. Tienen la capacidad de elaboración que les permite imaginar los pasos siguientes, una vez se han concebido las imágenes, pensamientos o frases (Ullman, 1972). Por lo general, una persona que cuida el detalle suele hacerlo en todos sus trabajos. Las personas que operan en un nivel relativamente alto de diferenciación e integración con respecto a su medio ambiente, están capacitadas para concebir y dibujar una idea relativamente más

compleja que una persona que está operando a un nivel relativamente bajo de diferenciación e integración (Torrance, 1976).

Análisis: Es la capacidad para descomponer mentalmente una realidad en sus partes, de distinguir unos conceptos de otros. Las personas creativas tienen una buena capacidad de análisis con la que puede profundizar la realidad porque la contemplan desde sus interioridades y desde sus elementos integrantes (Marín, 1991).

Síntesis: Todas las grandes obras incluyen una síntesis acertada y personal de la realidad. Son integradoras de múltiples perspectivas, enfoques o conceptos que el científico, el artista o el técnico han sabido conjugar en una nueva unidad. Según S. de la Torre (1991), la síntesis es la más alta manifestación del potencial creativo. La persona altamente creativa no solamente va más allá de la información recibida, sino que conecta con un todo significativo los elementos independientes que hasta entonces carecían de sentido. Integra conceptualmente las partes sobrepasando los límites perceptivos o lógicos.

Apertura mental: Las personas creativas siempre están abiertas a superar cualquier solución, a seguir profundizando sin fin, a preguntar sin descanso el porqué o para qué. (Marín, 1991). Por otro lado, S. de la Torre (1991) define esta característica como “abreacción”, o sea, el control que el sujeto tiene para atrasar el cierre de aberturas, sin dejarse llevar de la tensión natural para percibir de inmediato un todo acabado.

Comunicación: Es la capacidad de llevar un mensaje convincente a otros. Al comunicar, el creativo suele anticiparse a lo que otros piensan, sienten y no han alcanzado a formularse. Según S. de la Torre (1991), un creativo no sólo produce ideas originales sino que las comunica efectivamente a los demás en forma

espontánea. Aunque algunos autores afirman que los creativos tienen cierta tendencia a la introversión, nos apoyamos en la explicación de Csikszentmihalyi (1998) de que las personas creativas parecen albergar tendencias opuestas en el continuo entre extraversión e introversión. Sin embargo, dice que las personas creativas insisten continuamente en la importancia de ver y oír a gente, intercambiar ideas y llegar a conocer el trabajo y parecer de otras personas.

Sensibilidad para los problemas o apertura a los problemas: La única manera de superar una situación es descubrir sus fallos. Sólo quien es capaz de verlos y de circunscribirlos, evita un exagerado planteamiento o un desenfoco que puede aparecer por temores, fobias y oposiciones. En cualquier caso, la capacidad de estar viendo en todo su lado perfectible, su vertiente superadora, es un indicador de la conducta creadora (Marín, 1991).

Redefinición: La capacidad de encontrar usos, funciones, aplicaciones diferentes de las habituales. Redefinir las cosas de otra manera o hacer que sirvan para algo distinto, que su función sea diferente.

El nivel de inventiva: Es la representación mental de algo que no viene dado de forma inmediata por los sentidos, que sobrepasa lo percibido adentrándose en el terreno de lo irreal o “fantástico”. Es la representación de algo inexistente, en la que se combinan elementos de la experiencia pasada con nuevos aspectos (S. de la Torre, 1991).

1.2.2 La creatividad como ambiente

Hay investigaciones dedicadas a estudiar las condiciones y circunstancias que posibilitan o limitan el desarrollo potencial creativo inherente al hombre, y que han destacado la importancia del ambiente familiar, escolar y cultural en el desarrollo del mismo (Hernández y Durán, 1997). Dichas condiciones constituirían lo que se ha venido en llamar metafóricamente "climas". Según González (1981), la vieja cuestión de cómo se relacionan herencia y medio, surge en el problema del desarrollo de la creatividad. El cómo y de qué depende, son las preguntas de los experimentadores que creen en el medio como principal factor que influye en la conducta creativa. Los lugares donde estos climas pueden darse y en relación a los cuales con más frecuencia han sido estudiados específicamente para el campo de la creatividad, son: el trabajo, la familia, la escuela, incluyendo el medio socio-cultural general del país. Considerando la situación creativa, el problema sería descubrir qué características de la circunstancia de la vida social, cultural, laboral, y qué etapa de la vida facilitarían o inhibirían la aparición del pensamiento y de la acción creativa. De hecho, tal como afirma Parnes (1963), no se conoce mucho de lo que en realidad es la creatividad pero se sabe cómo estimular el comportamiento creativo de los individuos, pues a menudo la aptitud creadora de un individuo está reprimida por su educación y su experiencia y ni siquiera es capaz de reconocer sus potencialidades y menos todavía de explotarlas. En este sentido, creemos que la educación puede contribuir mucho a la realización de sí mismo, del individuo, cualesquiera sean sus capacidades en su nacimiento. Por ello en nuestra investigación consideramos el enfoque ambiental de la creatividad. La hipótesis básica de los autores que hacen esta propuesta, es que la creatividad no es simplemente un rasgo del individuo que se manifiesta sean las circunstancias que sean, sino que es una actividad del individuo basada en el

contexto social y cultura. Algunos de estos autores son: Torrance (1976), Amabile (1996), Csikszentmihaly (1998).

Torrance (1976) se refiere a la influencia del medio cultural en el desarrollo de la creatividad, y en tal sentido señala como limitantes del desarrollo creativo:

a) *La orientación hacia el éxito*: Las distintas formas de aprendizaje creativo comprenden experimentación, riesgos, faltas y errores. Cuando las personas abordan su orientación al éxito de manera extrema, ello perjudica su creatividad en cuanto desconocen la atracción por lo desconocido.

b) *Orientación de los superiores*: La necesidad de aprobación le impide a la persona atender a su propia necesidad y espontaneidad por miedo al rechazo de los demás.

c) *Sanciones ante preguntas e indagaciones*: Se sancionan las preguntas e indagaciones por el mismo temor a lo desconocido y por el miedo a perder la seguridad.

d) *Confundir la divergencia con la anormalidad*: quienes sobresalen en su comportamiento o ideas son observados y relegados del grupo.

La teoría ambiental de Amabile (1996) se basa en la motivación para la creatividad y en la influencia de los factores socioambientales sobre la innovación, lo que tiene que ver con el hecho de la aceptación final de la obra por parte de la sociedad. Propone un proceso de solución de problemas sobre el cual influyen: la motivación intrínseca, las destrezas relevantes para el campo, y las destrezas relevantes para la creatividad. El proceso se desarrolla en cinco fases: 1) presentación del problema, 2) preparación (recogida de información), 3) generación de la posible respuesta (búsqueda de relaciones en el contexto), 4) validación de la respuesta (por contraste con el conocimiento de los hechos), 5)

resultado del proceso, que puede ser éxito o fracaso (con lo que concluye el proceso), o puede ser sólo un cierto descubrimiento (lo que supondría una opción para volver a comenzar el proceso).

M. Csikszentmihaly (1998) se basa en la teoría de sistemas, y sostiene que la creatividad está en el sistema ambiental. Contrario a la idea de que la creatividad y la aceptación del producto creativo son dos cosas distintas, él sostiene que sólo hay creatividad cuando se añade algo nuevo a la cultura. La creatividad es un proceso que sólo puede observarse en la intersección donde interactúan el individuo, el contexto cultural (o dominio) y el contexto social (o campo). El campo lo constituye una serie de reglas y procedimientos simbólicos. El ámbito, todas aquellas personas cuya finalidad es decidir si una idea o producto nuevo se debe incluir en el campo. La persona individual, aquella que crea, usa símbolos de un dominio dado, y esa novedad es seleccionada por el ámbito para ser incluida en el campo oportuno. Dentro de este marco define la creatividad como: *“cualquier acto, idea o producto que cambia un campo ya existente, o que transforma un campo ya existente en uno nuevo. Y la definición de persona creativa es alguien cuyos pensamientos y actos cambian un campo o establecen un nuevo campo”* (Csikszentmihaly, 1998:47).

1.2.3 La creatividad como proceso

Las investigaciones de la creatividad con el enfoque como proceso se dedican a estudiar cuáles son las etapas por las cuales se pasa para llegar a elaborar un producto creativo. Existen varios autores, como Poincaré (1908), Wallas (1926), Hadamard (1947), quienes han definido algunas fases del proceso creativo según su propia experiencia y por entrevistas realizadas a otras personas consideradas como creativas.

Una de las primeras personas en definir las fases del proceso creativo fue el matemático Henry Poincaré (1908), quien cuenta cómo realizó uno de sus descubrimientos: *las funciones fuchsianas*. Relata como al principio trabaja intensamente, lo que denominó período de *preparación*, donde hay un trabajo del consciente; luego va a una excursión, se desentiende del trabajo por un tiempo, y se da lo que denomina período de *incubación*, y es aquí, mientras el cuerpo está relajado, cuando aflora el inconsciente y se generan las ideas, y viene súbitamente lo que se denominó el período de *iluminación*. Este planteamiento ha sido inspiración para trabajos como el de Hadamard (1947) y Wallas (1926), siendo la descripción de Wallas la más aceptada, con pequeñas variantes, por los estudiosos de la creatividad contemporáneos, como Goleman, Kaufman y Ray (1992), quienes definen las fases de *preparación*, *incubación*, *iluminación* y *traducción*. Brevemente, a continuación se mencionan las características más generales de cada una de estas fases:

- **Preparación:** Es el momento en que la persona se sumerge en el problema, en busca de cualquier información que pueda ser relevante. El sujeto se abre a cualquier cosa aunque no sea pertinente al problema. La idea consiste en reunir una amplia gama de datos de modo que elementos insólitos e improbables puedan encajar unos con otros. En esta etapa, es importante ser receptivo, poder escuchar abiertamente y bien. Resaltan Goleman, Kaufman y Ray que un obstáculo a esta fase de preparación es el hecho de que se está acostumbrado a hacer las cosas siempre de la misma manera, lo que los psicólogos denominan “fijación funcional”. Otro obstáculo en esta fase es la autocensura: “Pensarán que estoy loco”, “Esto no funcionará jamás” o “Es demasiado obvio”.

- **Incubación:** En esta etapa se procesa todo lo que se ha reunido. Mientras que la preparación exige un trabajo activo, la incubación es más pasiva. Es un estado en que mucho de lo que sucede se desarrolla fuera de su conciencia enfocada, en el inconsciente. En el inconsciente no existen juicios de autocensura; allí las ideas son libres de recombinarse con otras en esquemas nuevos y asociaciones impredecibles. Se manifiesta a través de la intuición. Después que el sujeto se ha sumergido en el problema, da muy buenos resultados dejarlo de lado por un tiempo.

- **Iluminación:** La inmersión y el soñar despierto llevan a la iluminación, cuando de repente se le ocurre a la persona la respuesta como salida de la nada. Es el momento que la gente anhela y ansía, aquél en que se exclama: “¡Eureka!”. A esta fase también se le denomina insight.

- **Traducción:** Traducir la iluminación en realidad convierte la gran idea en algo más que un simple pensamiento pasajero; la idea se vuelve útil para quien la piensa y para los demás.

Rodríguez (1995) agrega una etapa más a este proceso: **La comunicación y/o publicación**. Al respecto dice que el creador necesita trascenderse a través de la aceptación por parte de su pequeño mundo, o del gran mundo que es el género humano y la historia. La creatividad se relaciona con cierta habilidad para vender ideas, servicios y productos; para hacerlos aceptar y estimar. Así mismo, este autor recalca que estas etapas pueden variar muchísimo de un individuo a otro; además, es común que se alternen, no una sino muchas veces, períodos de intenso trabajo conscientes con períodos de relajación.

1.2.4 La creatividad como producto

Lo que indica si un individuo es o no creador, es el producto. Ahora bien, ¿qué criterios sirven para calificar a un producto como creativo? Según Monreal (2000), se consideran dos criterios: *la novedad*, que se define como una condición necesaria pero no suficiente, y el criterio de *valor, verdad y utilidad*. La revisión realizada por este autor revela que no hay unanimidad a la hora de definir la novedad. Por ejemplo, Guilford (1962) describe lo nuevo como lo inusual, lo estadísticamente raro o no frecuente; refiriéndose a las respuestas de los tests de creatividad, Mednik (1968) define la novedad de las asociaciones por la lejanía de las mismas; Ghilselin (1958) dice que una idea es nueva cuando aparece por primera vez en el tiempo. M. Boden (1994) citado en Monreal (2000) para clarificar el concepto de novedad diferencia entre el sentido psicológico y el sentido histórico de la creatividad:

(...) Si se tiene en cuenta el sentido psicológico, la novedad del producto debe entenderse con relación a la mente del individuo. Al individuo capaz de generar productos nuevos respecto a los que él mismo conoce, hay que reconocerlo como creativo: M Boden le denomina P-creativo. Pero si se tiene en cuenta el sentido histórico de la creatividad, la novedad del producto se entiende respecto a lo ya realizado por otros, es decir, a la historia y a la sociedad: generalmente se habla de esta creatividad como auténtica y real, puesto que produce objetos históricamente nuevos. El individuo que genera productos nuevos en este sentido se denomina H-creativo. (Monreal, 2000: 49).

Con respecto a los criterios de valor, verdad y utilidad, Monreal (2000) explica que el valor se refiere a la alta calidad e importancia del producto. La verdad tiene que ver con dos aspectos: a) en un sistema lógico donde caben lo verdadero y falso: lo verdadero se relaciona con la corrección de la afirmación, b) en un campo de producción de objetos materiales, al hablar de un producto verdadero se refiere a la realidad concreta del producto que ha sido generada con procedimientos y materiales auténticos. Con relación al criterio de utilidad

se refiere al efecto positivo de servicio al hombre y a la sociedad en cualquiera de sus necesidades.

Monreal (2000) realiza una afirmación sobre la importancia del producto creativo que compartimos y su esencia fundamenta nuestra posición con respecto a la caracterización de la creatividad en la formación inicial de maestros:

(...) cuando afirmamos de un sujeto su calidad y potencial creadores lo hacemos a partir de sus productos: si los desconocemos, no tenemos ninguna razón para afirmar que un sujeto es o no creador”, y más adelante añade: “los productos se convierten en el criterio principal y observable que nos permite diferenciar al creativo del no creativo. (Monreal, 2000: 46).

Otra definición interesante de la creatividad como producto la realiza Rodríguez (1995) quien diferencia tres niveles de creación: *Creación modesta* cuando el producto tiene valor solo para el individuo, y tal vez para su pequeño círculo de familiares y amigos; *Creación trascendente al medio*, cuando el producto es valorado también en ambientes profesionales próximos al individuo o al grupo creativo; *Creación trascendente a la humanidad*, cuando el producto permanece válido a través de los países y de las épocas históricas: rebasa el espacio y el tiempo del creador.

El físico y estudioso de la creatividad científica David Bohm (2001) se formula la siguiente pregunta con relación al producto creativo: “¿Cuál es el resultado característico de la acción creativa, es decir, la teoría científica, la obra de arte, el edificio, la correcta educación de un niño o una niña, etc.?”. Al respecto, dice que se debe distinguir entre un acto esporádico de revelación trascendente y el descubrimiento de algo nuevo que es en verdad creativo. En este último caso, señala que existe una percepción de un nuevo orden básico que es potencialmente significativo en un campo amplio y rico. Este nuevo orden

conduce al final a la creación de nuevas estructuras que tienen las cualidades de la armonía y la totalidad, y por ende, del sentido de la belleza.

Además, para reconocer la creatividad se necesita de una persona creativa; raramente un producto impactará de la misma forma a personas sin un entrenamiento creativo que a sujetos estimulados en este sentido.

Además, para reconocer la creatividad se necesita de una persona creativa; raramente un producto impactará de la misma forma a personas sin un entrenamiento creativo que a sujetos estimulados en este sentido.

1.3. Sobre el potencial creativo.

Los trabajos de Guilford (1950) indican que hay cuatro criterios fundamentales que se encuentran en todo tipo de comportamiento creador, criterios que son los más usados para definir la creatividad: *originalidad, flexibilidad, fluidez y elaboración*. De acuerdo a dicho autor, estos indicadores son suficientes para diagnosticar la creatividad en los mundos de la ciencia, de la tecnología, de las artes, y de los usos y comportamientos de la vida cotidiana.

Ahora bien, uno de los objetivos de la educación es el desarrollo de habilidades, potencialidades y valores tanto personales como sociales. En ese sentido, nos parece atrevido decir que estamos midiendo la creatividad con los indicadores de Guilford porque consideramos que en situaciones de formación escolar influyen no sólo las componentes personales sino el ambiente y los procesos (McCoy y Evans, 2002). Luego podemos decir lo que caracterizamos en un momento determinado, con unas personas determinadas, en un ambiente determinado. En efecto, desde la corriente antropológica-social (Gray, 1966) se

manifiesta la necesidad de hablar de potencial creativo como algo que podemos alcanzar.

Por ello, en nuestro estudio denominaremos **potencial creativo** (en una situación de formación educativa) al *conjunto de evidencias u oportunidades que permiten reconocer progresos en la construcción del conocimiento personal o colectivo de los estudiantes, como nuevo conocimiento, que para los sujetos parece original, porque amplía, concreta, flexibiliza o desarrolla la generación y estructuración elaborada de nuevas ideas o conocimientos.*

Con ello no nos alejamos de lo que proponen Sheffield (2005) y Meissner (2000) en cuanto a utilizar originalidad, flexibilidad, fluidez y elaboración como criterios básicos compatibles con nuestra definición que permiten, según ellos, una descripción (o incluso medida) de la creatividad en educación matemática en un momento y un ambiente determinado. A continuación, se describirá el significado operativo de dichos criterios. La originalidad se relaciona con el producto creativo y con la persona, mientras que cuando se habla de flexibilidad o fluidez se relaciona habitualmente con la persona.

La palabra originalidad es usada con frecuencia para definir la creatividad, por ejemplo, por autores como Logan, L. y Logan, V. (1980). Otros autores explican la originalidad como característica del producto creativo (Hallman, 1963). Para Hallman, un objeto es original si posee cuatro cualidades: *novedad, impredecibilidad, unicidad y sorpresa*. El aspecto de *novedad* implica algo todavía no dado o infrecuente, fresca, inventiva. La *impredecibilidad*, alude a la relación existente entre el objeto creado y otros estados de cosas en un mundo real, afirmando que la creatividad desconecta tales objetos de los posibles lazos causales. La creatividad produce cualidades que antes no existían y que nunca hubieran podido predecirse sobre la base de configuraciones previas de

eventos. La originalidad tiene que ver con una *realidad única e irrepetible*. En efecto, cada caso de creatividad difiere de cualquier otro: Los productos originales carecen de precedentes. Las creaciones originales resultan incomparables, pues no existe una clase de objetos con los que puedan entrar en comparación. Son, por el contrario, objetos intraducibles, inejemplificables. Por último, Hallman considera que la originalidad lleva consigo una dosis de *sorpresa*. El aspecto sorpresa hace referencia al efecto psicológico de las combinaciones nuevas sobre el espectador. La sorpresa sirve como test final de originalidad, puesto que sin el shock de reconocimiento que registra la novedad de la experiencia, no habría ocasión de que los individuos se pusieran en movimiento para apreciar y producir obras creativas.

La originalidad es uno de los factores componentes del pensamiento divergente para Guilford (1962), pues significa la producción de respuestas inusitadas e inteligentes conseguidas desde premisas muy distantes o remotas. Según este autor, se puede recurrir a indicios empíricos de la *novedad* de una idea, en términos de infrecuencia estadística de determinada respuesta dentro del conjunto de los miembros de cierta población que es, desde el punto de vista cultural, relativamente homogénea. Otro criterio que, de acuerdo a Guilford, sirve para determinar la originalidad de una idea, estriba en su *utilidad social*.

S. de la Torre (1991) define la originalidad *como algo originario, respuesta inusual, asociaciones lejas o remotas, respuestas ingeniosas o con talento*:

- *Como algo originario* por cuanto es punto de partida o génesis de acciones posteriores. *Como respuesta inusual*, el criterio más frecuente por ser fácilmente cuantificable. El número de respuestas inusuales o de rareza estadística es un indicador que se usa en diversos estudios para

determinar el grado de originalidad de un sujeto comparado con otro. La originalidad queda así relativizada por el grupo o la muestra que sirve de contraste. Sin embargo, dice este autor que ha de alertarse con respecto a las respuestas únicas pero extravagantes, impertinentes, improcedentes o inadecuadas con el planteamiento.

- *Como asociaciones lejanas o remotas* no cuentan las conexiones fáciles sino las que saltan sobre lo evidente, yendo más allá de lo aprendido.
- *Como respuestas ingeniosas o con talento*: si bien la novedad es una nota global y definitoria de la originalidad, las respuestas ingeniosas conllevan novedad y sorpresa, se opone al convencionalismo.

En otro momento ya hemos dicho que para Bohm (2001) definir la originalidad supondría una contradicción puesto que *cualquier acción que pueda ser definida de este modo deja automáticamente de serlo. Entonces, quizás lo mejor sea abordarla de forma oblicua e indirectamente, en lugar de intentar afirmar positivamente lo que es* (Bohm, 2001: 34). Para ello, Bohm menciona algunos requisitos previos para la originalidad como, por ejemplo, que la persona no se sienta inclinada a imponer sus ideas preconcebidas sobre un hecho cuando está ante él, sino que, más bien esté dispuesta a aprender algo nuevo, incluso aunque esto signifique que se derrumben las ideas o conceptos con los que se siente identificada. Indiquemos por último que Monreal (2000) dice que la originalidad también depende de la experiencia anterior del público que contempla el producto creativo.

Uno de los criterios que sirven para definir la creatividad después de la originalidad es sin duda la flexibilidad, y tiende a definirse como característica de la persona creativa. Autores como Hallman (1963) consideran que una persona flexible tiene la capacidad de: a) Jugar con los elementos de un conjunto para operar sin estar atado a formas rígidas, para escapar a las

soluciones tradicionalmente dadas. b) Ser alegremente serio. c) Percibir significados en situaciones o hechos irrelevantes. d) La receptividad y tolerancia de la ambigüedad. e) Aceptar el conflicto y la tensión que surgen de la polaridad, tolerar las incoherencias y contradicciones, aceptar lo desconocido, no sentirse incómodo entre lo ambigüo, lo no del todo exacto, lo inseguro. f) Posponer sus decisiones y aceptar una dilación como una exigencia y un reto placentero.

Una de las definiciones clásicas de flexibilidad es la de Guilford (1962), quien ubica este criterio dentro del pensamiento divergente. La flexibilidad implica cantidad-variedad de planteamientos. Distingue dos tipos de flexibilidad: *espontánea y de adaptación*. *Flexibilidad espontánea (que permite al individuo reestructurar por sí mismo los datos de que dispone)*: variación de los tipos de respuesta dentro de las clases; número de consideraciones, propiedades, atributos o características inherentes al problema o producto; número de cambios de categorías de respuestas, versatilidad. *Flexibilidad de adaptación (cuando hay indicaciones adicionales)*: número de desviaciones, libertad de cambios, número de planteamientos o estrategias aplicadas a la búsqueda de soluciones, número de cambios de interpretación, cambios en la dirección de pensamiento.

La fluidez se define usualmente en relación a la persona creativa, y se refiere a la capacidad de producir gran cantidad de ideas. Con respecto a este criterio existen distintas posiciones, pues hay investigadores como Nickerson, Perkins y Smith (1990) que cuestionan la fluidez como capacidad creativa, pues el hecho de que una persona genere muchas ideas no quiere decir que sea creativa. Otros autores, como Marín (1991), resaltan que para que la fluidez sea realmente un criterio de creatividad, debe estar acompañado de la originalidad y la flexibilidad. Sabiendo que puede haber una producción monocorde, casi

repetitiva, mecánica, subraya que este indicador es complementario, y no es tan característico y decisivo como los de la originalidad y la flexibilidad. De hecho, este rasgo lo coloca deliberadamente en el tercer lugar, porque puede darse entre los no creativos si se aísla de los dos criterios anteriores. La fluidez se trata de una gran cantidad de respuestas, de soluciones, por parte del sujeto. Los grandes creadores suelen construir muchas obras.

Junto con la originalidad y la flexibilidad, la fluidez forma parte de lo que Guilford (1962) denomina pensamiento divergente. La fluidez implica el aspecto cuantitativo. Distingue tres tipos de fluidez. *Fluidez de ideas*: Producción de gran número de ideas, palabras, títulos, respuestas, frases, proposiciones, usos, consecuencias, realizaciones (dibujos, cuadros, diseños u otros estímulos sensoriales). *Fluidez de asociación*: compleción y producción de relaciones, sinónimos, analogías, similitudes, problemas de semejanzas. *Fluidez de expresión*: ideas nuevas para acomodar un sistema o estructura organizativa a sistemas o teorías de índole lógica; frases, ideas verbales, respuestas a preguntas.

Nos parece que la flexibilidad en didáctica científica está unida a la posibilidad de establecer el máximo número de soluciones y/o propuestas alternativas y/o complementarias a una inicialmente propuesta por un sujeto u otro. Está así ligada a una construcción social del conocimiento.

La definición de elaboración se relaciona con el producto creativo y con la persona creativa. La elaboración se considera frecuentemente como sinónimo de complejidad, y determina la capacidad del sujeto para llevar adelante una “gran idea” añadiendo a ésta otras que están relacionadas. Puede decirse que la mayor parte de las innovaciones e invenciones han sido fruto de una esforzada elaboración. La elaboración puede valorarse de acuerdo a tres criterios, según Guilford citado por de la Torre S. (1991): a) Especificación o consideración del

número de detalles añadidos a una estructura dada. b) Implicación de unos elementos en estructuras más complejas. c) Simbolización, buscando las conexiones entre un objeto y las representaciones a que pueda dar lugar. Pero debe considerarse también como forma de entender la complejidad de los fenómenos asociados a un problema, o incluso como síntesis social de situaciones dialécticas (Morin, 1999).

Criterios de creatividad

INDICADOR	Descripción
ORIGINALIDAD	Respuesta estadísticamente poco frecuente, respuestas ingeniosas más que respuestas correctas, novedad, impredecibilidad, unicidad, sorpresa, asociaciones inusitadas y remotas.
FLEXIBILIDAD	Apertura, ausencia de rigidez, receptividad, tolerancia, versatilidad, libertad de cambios, cambio de interpretaciones, cambio de dirección, riqueza de la argumentación, contemplar la situación desde distintos ángulos.
FLUIDEZ	Generación de alternativas, producción de ideas, compleción y producción de relaciones, analogías, semejanzas.
ELABORACIÓN	Complejidad, cuidar detalles, formar estructuras, simbolización, síntesis, construir representaciones

Fig. 1.3.1

Capítulo 2

Educación Matemática y Creatividad

¡Gran actualidad! Creatividad, descubrimiento y el papel del profesorado como guía de la enseñanza, siguen siendo grandes caballos de batalla. Seguramente ahora se añadiría a este punto la falta de tiempo para hacer todo esto posible. Aunque la vida se haya acelerado, el aprendizaje no puede seguir el mismo ritmo y por tanto el tema de la “agenda escolar” es hoy francamente preocupante. En carta de Claudi Alsina a Pedro Puig Adam (2000)

Las musas matemáticas existen y las hay de tres tipos: las musas referenciales, las musas acorporales y las musas corporales.

Las musas referenciales son las personas que nos legaron ideas, obras y actitudes. Don Pedro Puig Adam es una musa, Don Gonzalo Sánchez Vázquez es una musa,...

Las musas acorporales son... las horas de trabajo, la dedicación, la atención y el gusto por el estudio, el ánimo y el interés por ir descubriendo el mundo de las matemáticas.

Las musas corporales son... ¡ustedes!

*Si, no se sorprendan. Las musas existen y son ustedes. No esperen encontrar musas cayendo del cielo...Es su misión como enseñantes ser **las musas de su clase**, asegurando que la creatividad empape la enseñanza de ustedes y el aprendizaje de sus chicos y chicas.*

Claudi Alsina

En este capítulo describimos los aspectos principales de una enseñanza creativa y sus principales protagonistas: profesores y alumnos. Se realiza una reflexión sobre la concepción de la creatividad a partir de investigaciones sobre Creatividad y Educación Matemática. Se explican elementos necesarios de un proceso de enseñanza-aprendizaje creativo en matemática, así como el papel de los profesores y alumnos que participan en este proceso. Finalmente, se da elementos para la consideración del papel de la creatividad en el desarrollo inicial de profesores de primaria en Matemáticas.

2.1 Enseñanza creativa

Una de las exigencias de esta sociedad es que haya creatividad en la educación. En la Ley Orgánica de Educación se contempla como uno de los fines del sistema educativo español: (...) *El pleno desarrollo de la capacidad de los alumnos para regular su propio aprendizaje, confiar en sus aptitudes y conocimientos, así como para desarrollar la creatividad, la iniciativa personal y el espíritu emprendedor* (MEC, 2006:8). En este sentido, las instituciones educativas juegan un papel primordial en la estimulación de la creatividad, en generar ambientes propicios para el aprendizaje creativos y en la formación de docentes creativos. La enseñanza creativa es aquella caracterizada por aquellos rasgos atribuibles a la creatividad (Torre de la, 1995): es de naturaleza flexible y adaptativa, hay predominio de metodologías indirectas, orientada al desarrollo de habilidades cognitivas, imaginativa y motivante, fomenta la combinación de materiales e ideas, favorece la relación entre el docente y el discente, atiende a los procesos sin descuidar los resultados. En contraposición, algunas formas de proceder en las enseñanzas se podrían calificar de reproductoras, repetitivas, memorísticas, otras pueden ser calificadas de creativas.

Existe una tendencia a relacionar la enseñanza creativa con la idea de “dejar hacer”, “dar libertad al niño”, “dejar que el niño haga lo que quiera” (Beetlestone, 2000). Es decir, la enseñanza creativa se suele confundir con una enseñanza sin planificación cuando, por el contrario, según lo señalado por Fryer, el maestro creativo demuestra: compromiso, conocimientos sobre la materia, conocimientos sobre técnicas, implicación en las tareas, y habilidad para guiar a los alumnos, dirigir y centrar la atención de los niños, ser sensible y consciente, escuchar activamente, proteger a los alumnos contra el menosprecio y el ridículo, reconocer cuándo los verdaderos esfuerzos deben ser alabados, y fomentar un clima que apoye las ideas creativas. La enseñanza creativa, señala

Beetlestone (2000), puede considerarse para algunos autores que es lo mismo que la buena práctica docente; sin embargo, la buena práctica docente no tiene por qué constituir una enseñanza creativa. Al respecto señala:

Ésta implica una compleja interrelación entre niño, maestro y contexto, de manera que cada elemento contribuye al progreso, a la búsqueda de nuevos horizontes, a la incursión de nuevos territorios, siempre en pos de nuevos descubrimientos. Los maestros son cada vez más proclives a reconocer la necesidad de adoptar estrategias más creativas hacia la gestión del currículo y a considerar aquellos contextos que proporcionan un marco más creativo para la enseñanza y el aprendizaje. (Beetlestone, 2000: 28).

Coincidiendo con este mismo aspecto, desde 1962 Torrance insistía en que la enseñanza creativa no debe dejarse al azar, y destaca que, según sus investigaciones hechas, se puede activar el pensamiento creativo desde los cursos de preescolar hasta los cursos universitarios. La finalidad de su obra *La enseñanza creativa* es influir en la conducta de los educadores para que acepten la creatividad como una circunstancia determinante en el proceso escolar. Según este autor, la enseñanza creativa se da cuando el profesor y el alumno se ven envueltos en un “proceso de aprendizaje creativo”, el cual lo considera como una forma de captar o ser sensible a los problemas, deficiencias, faltas de armonías, elementos pasados por alto, de reunir una información válida; de definir las dificultades o de identificar el elemento olvidado; de buscar soluciones, de hacer suposiciones o formular hipótesis sobre las deficiencias, de examinar y reexaminar estas hipótesis, modificándolas y volviéndolas a comprobar, perfeccionándolas y finalmente comunicando sus resultados. También es cierto que un maestro creativo tiene la capacidad de improvisar, de modificar, de cambiar las estrategias que va desarrollando en el aula (Logan y Logan, 1980); pero, eso sí, tomando como base una clase planificada.

Para reconocer la enseñanza creativa partimos del supuesto de que se puede aprender a ser creativos y se puede estimular la creatividad. En particular, creemos que los niños efectivamente son creativos, y que el maestro debe procurar planificar estrategias que no coarten la creatividad sino más bien que la potencien. Tammadge (1979) afirma que cuando trabajamos con niños tenemos una ventaja inmediata: los niños crean más fácilmente que los adultos, tienen menos inhibiciones y tienen menos hábitos. Al respecto dice: *Algunas de las personas más creativas, y pienso especialmente en los campos literario, dramático y artístico, permanecen "como niños" a lo largo de sus vidas.* (Tammadge, 1979: 11)

La enseñanza creativa requiere imaginación, flexibilidad, originalidad, capacidad de adaptación y su utilización en la solución de problemas dentro del currículo (Prieto, López, y Ferrandez, 2003). En este sentido, para nuestro estudio consideramos la propuesta para una educación integral, realizada por el matrimonio Root-Bernstein (2002) en su ensayo *El secreto de la creatividad*. Los autores sostienen que *el pensamiento creativo* es de naturaleza universal y que existen herramientas mentales comunes en todos los campos (ciencias, artes, humanidades y tecnologías) susceptibles de ser potenciadas a través de un nuevo tipo de educación sintética realmente transdisciplinar. Las herramientas mentales son: observación, imaginación, abstracción, reconocimiento de pautas, la formación de pautas, analogía, pensamiento corporal, empatía, pensamiento bidimensional, modelado, juego, transformación y síntesis. Los autores insisten en que si queremos diseñar un sistema educativo capaz de formar pensadores creativos se debe conocer la naturaleza del pensamiento creativo:

Y es que la comprensión del pensamiento creativo requiere de una nueva síntesis que también responde a razones pedagógicas y sociales. La creciente hiperespecialización está abocando a una fragmentación del conocimiento. Hoy en día las personas disponen de mucha información, pero suelen ignorar sus orígenes, significados y usos, y carecen de una auténtica comprensión global.

Por otra parte, el aumento del conocimiento especializado va acompañado de la disminución de la comunicación entre los distintos campos del saber hasta el punto de que bien podríamos decir que los expertos saben cada vez más cosas de ámbitos cada vez más pequeños. (Root-Bernstein, 2002: 9)

Root-Bernstein insisten que para una Educación Integral cuyo centro sea la creatividad debe considerar:

- 1) Además del estudio de las materias habituales del conocimiento disciplinario, subrayar también la enseñanza de los procesos universales de la creatividad.
- 2) La atención en centrarse en la enseñanza de las habilidades intuitivas e imaginativas necesarias para el desarrollo del proceso creativo.
- 3) La experiencia de todas aquellas personas que hayan establecido puentes de conexión entre las diferentes disciplinas, y utilizarla como modelo para el desarrollo de la actividad creativa.
- 4) Presentar las ideas de cada disciplina particular desde diferentes perspectivas.
- 5) La potenciación de una educación pionera que aspire a la formación de generalistas creativos capaces de guiarnos a través del territorio inexplorado del futuro.

2.1.1 Sobre los profesores creativos

Para desarrollar procesos creativos, necesitamos un docente creativo. Frank Williams (1964), en su disertación denominada *En busca del profesor creativo*, planteaba que identificar y cultivar la creatividad en todos los niveles del proceso educativo constituye uno de los problemas más álgidos de este tiempo. Se requiere de un maestro que entienda los elementos que la creatividad compone, sepa cómo fomentarla y posea la capacidad de usar los medios adecuados para conseguir el éxito de sus técnicas. El docente debe preparar muchas experiencias para que el estudiante desarrolle la persistencia intelectual

y la capacidad de manipulación de ideas y objetos, para que sea capaz de resistirse a cerrar demasiado pronto sus tareas con unas conclusiones prematuras, así como para que haga generalizaciones excesivas y a dar por resueltos los problemas planteados, al mismo tiempo que el alumno se involucre afectivamente con la asignatura (Tan y Law, 2004). Siguiendo esta línea, coincidimos con el planteamiento de Torrance (1976), para quien el profesor creativo ha de orientarse hacia las potencialidades del alumno y ser capaz de imaginarse a sí mismo pensando y sintiendo como el niño, de manera que pueda responder con precisión en términos de las motivaciones e intereses del alumno.

Compartimos el planteamiento de Sternberg (2001a): *No se puede dar un modelo de creatividad para ser creativo; hay que pensar y enseñar creativamente uno mismo* (Sternberg, 2001a:11). Así que propone que el docente piense sobre sus valores, objetivos e ideas relacionados con la creatividad, y sobre cómo enseñarla con sus acciones. También declara que el maestro debe dejarles tiempo a los estudiantes para pensar creativamente, y dice que se valora mucho la rapidez, pues una manera de decir que una persona es habilidosa es decirle que es rápida. La creatividad, sin embargo, no se da con apresuramientos; se necesita tiempo para entender un problema y divagar sobre él. Por lo tanto, sugiere no sobrecargar las preguntas de las pruebas de los estudiantes, no colocar más deberes de los que puedan hacer, para que tengan tiempo de pensar con creatividad. Entre otros aspectos, sugiere además permitir los errores, los cuales deben analizarse y discutirse, aprovecharlos como una situación de aprendizaje, pues muchas veces los errores o ideas flojas contienen el germen de las respuestas correctas o de las buenas ideas. Finalmente, insiste en que a los estudiantes hay que enseñarles a asumir la responsabilidad sobre sí mismos y sobre sus ideas, y en estimular el trabajo colaborativo en clase.

S. de la Torre y V. Violant (2003), en su estudio sobre el docente creativo universitario, describen que el profesor creativo tiene: 1) Actitudes flexibles hacia las personas, las decisiones y los acontecimientos; no solo tolera los cambios sino que está abierto a ellos más que otras personas. 2) Dominio de los contenidos y su adaptación a los destinatarios, facilidad para relacionar, integrar y evocar experiencias. 3) Habilidades para crear un clima de seguridad y fácil comunicación entre las personas, incitar al sobreaprendizaje y la autodisciplina, diferir el juicio crítico cuando se están exponiendo ideas, entusiasmar e inducir a los estudiantes hacia el autoaprendizaje, formular preguntas divergentes, hacerles tan atractivo y sorprendente el contenido que sean capaces de emplear más tiempo del habitual sin que ello les incomode.

2.1.2 Sobre los alumnos creativos

Si hablamos de alumnos creativos y nos referimos a los niños, debemos reconocer que no hay que estimularles la creatividad porque ya la tienen; lo que habría que hacer es no castrarla. Bastaría con proporcionar un ambiente que ayude para que ésta fluya. Se habla mucho de adaptar los contenidos a la realidad cotidiana, y en matemáticas se propone formular problemas que estén contextualizados. Pero sucede que hemos descontextualizado la enseñanza, se ha sacado al niño de la realidad donde vive, y se le aísla en aulas durante muchas horas para que memorice definiciones atomizadas de conceptos:

En el momento de poner por primera vez los pies en el edificio escolar, casi todos los niños son más listos, más curiosos, menos asustados ante lo que desconocen, mejores en deducir y averiguar cosas, más seguros, llenos de recursos, tenaces e independientes de lo que volverán a ser durante toda su permanencia en la escuela o, a menos que sea un tipo raro y afortunado, de lo que serán en todo el resto de su vida. (Holt, J. 1969:23).

Efectivamente, muchos autores indican que la creatividad es un estado natural del niño (Goleman, Kaufman y Ray, 1992), pero sucede que en el camino a la adultez aparecen lo que Amabile (1998) llama “asesinos de la creatividad”, que son aquellas presiones psicológicas que inhiben la creatividad y que se desarrollan en las primeras etapas de la educación formal: la vigilancia, las recompensas, la competencia, el exceso de control, las restricciones de las elecciones, la presión, el límite de tiempo.

Con respecto a los estudiantes universitarios, que es el tipo de alumno que nos ocupa en esta tesis, consideramos como perfil de estudiante creativo aquel que (Cabrera y otros, 2002)³:

- a) Sabe descomponer y organizar las ideas de lo que estudia, sabe sintetizar y va más allá de lo estudiado, relacionándolo con lo que ya sabe, con su experiencia o con la realidad.
- b) No utiliza estrategias de aprendizaje de tipo mecánico, superficial o asociativo.
- c) Estudia porque le gusta aprender y porque le gusta relacionarse con los demás.
- d) Nunca se muestra apático en el estudio, ya que siempre se pone metas a alcanzar.
- e) Se motiva a sí mismo concentrándose y mostrando interés, y busca un sentido funcional a lo que estudia, relacionándolo con otras cosas y ampliando información por su cuenta.

³ Cabrera, E. y otros (2002) realizaron un estudio con 726 estudiantes de la Universidad de la Laguna en Tenerife en las carreras Psicología y Psicopedagogía. para analizar si existen diferencias entre el alumnado universitario con un estilo de aprendizaje creativo frente al alumnado que utiliza estrategias de aprendizaje sin rasgos creativos, y llegaron, entre otras, a la conclusión de que los estudiantes creativos pueden ser diferenciados de los que no lo son en función de las estrategias de aprendizaje y motivacionales que utilizan.

Pero debemos reconocer que estas características no siempre son fáciles de observar en una acción regular de formación como la que se pretende mostrar en nuestra tesis.

2.2 Educación Matemática y Creatividad

En las propuestas sobre creatividad en educación, se han producido posiciones distintas entre aquellos que son partidarios de dictar una asignatura sobre creatividad, sus métodos y las formas de estimularla, y otros que creen en la necesidad de incorporar la creatividad en el propio currículo, y diseñar las asignaturas de manera tal que las estrategias y las tareas que se usen sean creativas. Es decir, hay quienes hablan de la creatividad como asignatura independiente en el currículo escolar -Sternberg (2001), S. de la Torre (1984), De Bono (1974)- y otros de un currículo escolar creativo -Tiamina (2002), Beetlestone (2000)-. Ambas posiciones no son opuestas y casi siempre los primeros, es decir, aquellos que proponen dictar la creatividad como una asignatura más del pensum, abogan por el diseño de estrategias creativas en todas las materias del currículo escolar.

En las investigaciones sobre creatividad en educación matemática es difícil percibir la separación entre quienes son partidarios de dictar una asignatura de creatividad y los que defienden incorporar la creatividad en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática. Sin embargo, en nuestro estudio hemos identificado dos usos distintos de la creatividad en educación matemática: como sustantivo y como adjetivo. En efecto, cuando hablamos de creatividad en educación matemática creemos que es necesario precisar si utilizamos la palabra creatividad como sustantivo: *la creatividad en la educación matemática* ó como adjetivo *la educación matemática creativa*. En el primer caso, el sustantivo es la creatividad; luego esto implicaría poner el acento en la

creatividad: técnicas de creatividad aplicadas a la enseñanza de la matemática, estrategias creativas para enseñar matemáticas, desarrollar la creatividad a través de la matemática, etc. En el segundo caso, *la educación matemática creativa*, el sujeto es la educación, luego matemática es un adjetivo y creativa es un subadjetivo; podríamos hablar entonces de que existe una educación matemática que es creativa y otra que no lo es. Dicho de tal forma, se abre la puerta para matizar cuando la educación matemática es creativa y cuando no lo es⁴.

Creemos que la creatividad no es un ingrediente que se añade o se quita a la didáctica de la matemática; creemos, como diversos autores, que la creatividad ya es parte de la misma actividad matemática⁵ y nosotros, como formadores, lo que podemos hacer es potenciarla, hacer ver donde está, sacarla a flote. En este marco, consideramos como objeto de *la educación matemática creativa el conjunto de elementos que contribuyen a ver la matemática dentro del proceso educativo como una asignatura sorprendente, que desarrolla el pensamiento flexible, que incentiva a la invención de problemas y situaciones, que promueve la resolución de problemas en un contexto real, que incita a la imaginación, todo ello en un ambiente donde el alumno y el docente disfruten de la matemática y donde el pupilo se atreva a cometer errores y aprenda de sus errores. La formación creativa trataría de poner en juegos estos objetos.*

⁴ En las investigaciones donde se usa la creatividad como sustantivo, el sujeto es la creatividad; luego tenemos estudios cuyo temas son: Técnicas de creatividad para desarrollar las Matemáticas, Potenciar la creatividad en el Estudio de la Matemática, Desarrollo de la creatividad a través de las Matemáticas. En estas propuestas se toman técnicas conocidas de creatividad, como Brainstorming, lista de atributos, Delfos, etc., para potenciar la creatividad. Bajo este punto de vista, la creatividad es como una especie de ingrediente metodológico añadido para mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje. En estos estudios suponen que una persona que trabaja constantemente con resolución de problemas matemáticos mejora sus habilidades de razonamiento y su creatividad. Por otra parte, distinguimos los estudios donde la creatividad se usa como adjetivo. En este caso, el sujeto es la educación, y como primer adjetivo la matemática y un subadjetivo es la creatividad. La creatividad surge del mismo proceso de la actividad matemática. A partir del mismo contenido se puede generar un proceso creativo, donde se produzcan asociaciones nuevas, donde haya sorpresa, donde se inventen problemas y nuevas soluciones. Estas investigaciones tienen como temas: problemas creativos en la enseñanza de la matemática, estrategias didácticas para una enseñanza creativa en matemáticas, pensamiento creativo matemático, tareas matemáticas creativas en clases.

⁵ Algunos hablan de reinención matemática (Reeuwijk, M. van , 1995).

La creatividad como sustantivo es utilizada en la investigación de Sheffield (2005). Para esta autora, las técnicas creativas son usadas en otros campos y son poco utilizadas en matemáticas. Sheffield sostiene que estas estrategias se pueden usar para mejorar la creatividad de los estudiantes y profundizar su comprensión de los conceptos matemáticos. Las técnicas que propone pueden usarse para añadirle profundidad y complejidad al currículum en matemáticas. Estas son *apreciación, animación, asociación, alteración y abdicación*. *La apreciación* sirve para que uno tome más conciencia de las características y atributos de la situación, producto o problema que se está considerando. La apreciación comprende el brainstorming, la conciencia sensorial, el listado de atributos, la lista de verificación, el destacar atención. *La animación* sirve para involucrar activamente a los estudiantes en la interacción con un problema, situación o producto. La animación comprende el Modelaje, el juego de roles, la representación. *La asociación* sirve para estimular a los estudiantes a comparar y hacer conexiones entre una determinada situación, producto o problema, y otro que tal vez no esté relacionado. Algunas de estas estrategias son el análisis morfológico y la sinéctica. *La alteración* sirve para que los estudiantes cambien sistemáticamente las partes de un producto, situación o problema. Estas técnicas incluyen el cambiar las partes, el SCAMPER (Sustituir, combinar, adaptar, modificar, reducir, aumentar, poner para otros usos, revertir o reorganizar), hacer y deshacer (ir al revés, hacia atrás). *La abdicación* consiste en abandonar el trabajo activo en un problema para permitir que la mente subconsciente reflexione sobre el problema. Las estrategias para desarrollar esta técnica podrían incluir la visualización, la relajación, la incubación, el dormir, soñar, ensoñación, consultarlo con la almohada.

Otras investigaciones locales en didáctica de la matemática donde consideramos que se utiliza la creatividad como sustantivo, son las de Fernández (2003) y Sánchez (2003). Ambas autoras usan técnicas de metodología

creadora según el esquema hecho por Gervilla (1986), quien recoge distintas técnicas de distintos autores de la creatividad, como brainstorming, el arte de preguntar, sinéctica, síntesis creativa, método Delfos, métodos combinatorios, el arte de relacionar, solución de problemas, etc. Fernández realiza una propuesta de didáctica del número natural con el propósito de concretar las técnicas creativas en el área lógico-matemática, y Sánchez investiga sobre creatividad con las magnitudes y su medida. Ambas autoras realizan su investigación en la Educación Infantil.

Por otra parte, el uso de la creatividad como adjetivo lo observamos en el trabajo de Meissner (2005). Para este autor, la resolución exitosa de un problema en matemáticas depende de la estructura cognitiva de la persona que resuelva el problema⁶. Es necesario que el individuo posea una representación interna o imagen conceptual. En ese marco, la persona que resuelva el problema debe tener “*Vorstellungen*”, es decir, unos guiones, marcos o micromundos. Los “*Vorstellungen*” son personales e individuales. Es lo que denomina “dominios subjetivos de experiencias”. Distingue dos tipos de “*Vorstellungen*”: reflexivos y espontáneos. Los “*Vorstellungen reflexivos*” pueden ser considerados una copia mental interna de una red de conocimientos, habilidades y destrezas, una red de hechos, relaciones, propiedades, etc., donde tenemos un acceso conciente. Los “*Vorstellungen reflexivos*” son resultado de la enseñanza, y su desarrollo es uno de los objetivos principales de la educación matemática. Engloba el pensamiento formal, lógico, determinista y analítico. Por otra parte, Meissner distingue los “*Vorstellungen espontáneos*”, que engloban los sentimientos y la parte intuitiva. Para Meissner, este aspecto es descuidado en la educación matemática, no hay espacio para pre-reflexión informal, para una visión tan solo general o global, o para actividades espontáneas no controladas. El ensayo, error y la adivinación no son considerados un comportamiento matemático

⁶ Esta idea también se observa en planteamientos de autores como Tall y Vinner (1991)

válido; sin embargo, afirma que los “Vorstellungen espontáneos” son componentes necesarios para propiciar el pensamiento creativo en la educación de la matemática. Meissner insiste en que se necesitan problemas que sean retos de verdad. Estos retos deben activar o crear no sólo “Vorstellungen reflexivos” sino también “Vorstellungen espontáneos”, y la fuerte interacción entre los dos debería empezar a crear soluciones.

Como Meissner muy diversos autores reconocen la necesidad de reconocer elementos que constituyen la construcción matemática y la relacionan con lo cognoscitivo/emocional. Así, muchos científicos han identificado características como: imaginación, visualización y abstracción (Root-Berstein, 2000). Mediante diversos ejemplos tomados de la matemática en Educación Secundaria y Universidad, Placencia, Espinel y Dorta, (1998), presentaron la relación que según ellos tienen la visualización y la creatividad en matemática; así mismo, proponen la imagen como herramienta para la resolución de problemas y la creatividad en matemática.

Mención aparte merece el trabajo realizado por Upitis, Phillips y Higginson (1997)⁷, traducido en un libro titulado: *Creative Mathematics: Exploring Children's Understanding* publicado en Londres, en 1997, no sólo porque es uno de los más citados en investigaciones sobre matemática creativa, sino porque explícitamente es uno de los que ha recibido fuertes críticas. Ubicamos este estudio en aquellos que utilizan la creatividad como adjetivo. Cada capítulo del libro trata de un proyecto incluyendo temas como teselaciones, animación, caleidoscopios, composición. Afirman que un principio de *enseñanza creativa* de

⁷ Rena Upitis, investigadora; Eileen Phillips, maestra de escuela primaria; y William (Bill) Higginson, especialista en Educación Matemáticas. Rena viaja a través de Canadá, de Kingston a Vancouver, y durante un año trabaja sobre los proyectos matemáticos en la clase de Eileen, de tercero y cuarto grado. Parte de la novedad en el relato reside en que Bill no es testigo presencial de ninguno de los trabajos puestos en práctica, aun cuando él ve algunos de los resultados y está en comunicación frecuente con Rena.

las matemáticas es dar a los alumnos materiales que les permitan crear –en el sentido artístico– artefactos que incluyan principios matemáticos, y así les puedan aprender matemáticas a través de actividades confinadas a menudo a otras áreas del currículo. En este sentido, afirman que Phillips, por ejemplo, utiliza caleidoscopios para temas relacionados con la simetría. El otro principio es ilustrar la comprensión de las matemáticas haciéndoles ver ejemplos de nociones matemáticas en su mundo de todos los días, transferir conocimientos aprendidos en clase a ese mundo y así hacer que aprecien las amplias aplicaciones de las matemáticas al mundo que les rodea. Sin embargo, este libro ha recibido una fuerte crítica por parte de Rowland y Huckstep (2000); al respecto, dicen:

(...) es un libro lleno de ideas brillantes para la clase de matemáticas, proyectos excitantes y atrayentes, matemáticas divertidas que harán maravillas para el escaparate de las matemáticas. Pero a los autores les cuesta mucho dar a entender no sólo el “qué” de esos proyectos, sino también el “por qué”. (Huckstep, 2000: 1).

De la crítica que realizan Rowland y Huckstep (2000), compartimos la conclusión de la reseña, donde los autores insisten en que no es lo mismo crear en artes que crear en matemáticas, y que es una pretensión y un error el afirmar que en una clase de matemática se puede enseñar a los alumnos a crear matemáticas, esto sólo ocurriría en casos excepcionales, como el de Gauss. Señalan que hay diferentes conceptos de “creativo” y “creatividad”, y no todos ellos deben ser atribuidos a alumnos o a su pensamiento matemático sin precaución. Ver las matemáticas incorporando el pensamiento imaginativo, y la resolución de problemas es ver una versión apta de lo creativo funcionando en nuestra disciplina, por la que vale la pena esforzarse. Sin embargo, añaden que intentar aplicar la versión más característica de las artes –decir que las matemáticas es una clase de crear y por un lado aprender y por otro hacer uso de las matemáticas– es equivocado y por lo tanto meramente retórico. Entre esos extremos, sin embargo, existe un área gris. Más allá de los casos de resolución de

problemas, el hecho de querer llamar más comúnmente “respuestas creativas”, simplemente porque hacen su primera aparición pública a través de las deliberaciones de cada alumno (o quizá porque son el resultado de enseñanza creativa) es un argumento con el cual Rowland y Huckstep no están de acuerdo.

Así como Upitis, Phillips y Higginson entre otros, acercan las matemática a las artes, en España Muñoz y Roldán (2000), acercan la matemática al teatro como forma de comunicación a través del grupo Ars Binomium. Proponen la posibilidad de escenificar conceptos matemáticos, lo cual, según los autores, es mirado con cierta incredulidad; sin embargo, apuntan que puede ser divertido, apasionante y atractivo para la enseñanza creativa de las matemáticas.

2.3 Enseñanza-aprendizaje creativo en matemáticas

Una educación matemática creativa es necesaria porque a pesar de las reformas, de la introducción de nuevas tecnologías de las investigaciones desarrolladas en Educación Matemática, el rendimiento de los alumnos en esta asignatura sigue siendo muy bajo y el rechazo hacia la asignatura es cada vez mayor (Sequera, 2006b). En los resultados del informe PISA⁸ se observa como los alumnos siguen teniendo deficiencias graves en esta asignatura, además del rechazo emocional hacia la misma⁹. Lo triste es que se siga insistiendo en que las soluciones son de

⁸ El informe PISA es una evaluación que se realiza cada dos años en la OCDE para medir el conocimiento en distintas áreas de los alumnos de quince años que han acabado el bachillerato y están a las puertas de la Universidad. “El 11% de los alumnos de los países de la OCDE no es capaz de resolver ni siquiera ejercicios del nivel 1. Dichos alumnos saben realizar operaciones elementales, pero son incapaces de utilizar las destrezas matemáticas en una situación determinada. En algunos países esta categoría engloba a más del 20% de los alumnos.” (OCDE, 2003: 8).

⁹ La ansiedad hacia las matemáticas está generalizada. En los países de la OCDE, la mitad de los chicos de 15 años y más del 60% de las chicas afirman que a menudo les preocupa encontrar difíciles las clases de matemáticas y sacar malas notas. Aún así, casi el 30% de los alumnos de la OCDE están de acuerdo con la afirmación de que se ponen muy nerviosos al realizar problemas de matemáticas, de que sienten mucha tensión cuando tienen que hacer deberes de matemática o de que se sienten incapaces a la hora de resolver un problema de matemáticas.” (OCDE, 2003:12).

carácter cuantitativo, como aumento del presupuesto en educación, cuando lo más importante es un cambio cualitativo, y ello comenzaría por promover la enseñanza creativa de la matemática. Es imposible mejorar la calidad de la Educación Matemática al margen de la creatividad (Arteaga, 2002). Además, en un mundo como el actual, en el que en un salón de clases se tiene alumnos de tantas nacionalidades distintas, ante el reto de esta diversidad en el aula, la creatividad ayudaría a la unidad, a la unidad a través del conocimiento, del juego y del disfrute por la matemática. No obstante, también como apunta Tammadge (1979), debe admitirse que plantear las condiciones para el trabajo creativo tiene sus dificultades. Un profesor puede manejarse con uno o dos alumnos “divergentes”, pero tendrá dificultades con una clase llena de ellos. El trabajo rutinario duro y la resolución de ejercicios son vitales, y no siempre gustan a los más creativos. Y, además, los exámenes están con nosotros y no desaparecerán en el inmediato futuro. La creatividad y las condiciones para que se desarrolle no serán fomentadas sin dificultad y dedicación por parte de los profesores (Sequera, 2006a). Por ejemplo, se ha desprestigiado la memoria, y en cambio creemos que es útil e importante. Los niños de la India utilizan mucho la memoria y poco las calculadoras. Incluso para esto se necesitan estrategias creativas a fin de proponer, por ejemplo, juegos que faciliten memorizar las tablas de multiplicar.

2.3.1 Los docentes y sus concepciones de creatividad

En el estudio hecho por Higginson (2000) describe cuatro concepciones de la creatividad que usan profesores de matemáticas:

- *Concepción 1:* Creatividad como “novedad”. El profesor intenta introducir conceptos por caminos que son ‘diferentes’, ‘innovadores’ o ‘inusuales’. Sin embargo, existe a veces el peligro de superficialidad, el sacrificar la profundidad por la diversión.

- *Concepción 2:* Creatividad como “construcción de artefactos físicos”. El profesor intenta hacer que emerjan ideas matemáticas de la construcción de objetos físicos.
- *Concepción 3:* Creatividad como “construcción de artefactos simbólicos”. El profesor intenta hacer que emerjan ideas matemáticas del desarrollo de sistemas de símbolos.
- *Concepción 4:* Creatividad como “personalización/humanización”. El profesor intenta estructurar el medio ambiente de aprendizaje de modo que los estudiantes tengan la máxima oportunidad de seguir sus propias interpretaciones de una idea matemática básica. El profesor alienta a los estudiantes a “individualizar” sus aproximaciones a las tareas.

En la práctica, dice Higginson citando a Upitis, Phillips y Higginson (1997), los profesores creativos de matemáticas utilizan probablemente una mezcla de estas concepciones y muchas otras. Así mismo, el autor se refiere a que existen muchas presiones sociales e institucionales en la mayoría de las jurisdicciones educativas que están en contra de actividades de creatividad en matemáticas. Más aún agregando el hecho de que, para un porcentaje muy alto de la población, no excluyendo a muchos maestros de matemáticas, ‘creador’ y ‘matemáticas’ son términos simplemente incompatibles (Higginson, 2000).

2.3.2 Formación docente creativa

Diversos autores indican que en las clases para futuros profesores se debe procurar reproducir una versión más intensa de la clase creativa. Los formadores deben inventar y coleccionar contextos y situaciones en las que los futuros docentes sean incitados a pensar matemáticamente, pues a menudo los alumnos no observan tales situaciones, por lo que el formador debe producirlas incluso artificialmente. Deberían considerarse varios principios generales a tomar en cuenta en una clase creativa (Karp, 2003) de formación docente, como:

1) *Reaccionar ante los errores de los estudiantes*: ¿Cómo reaccionar ante este o aquel error? ¿Cómo aclararle al estudiante que él o ella han cometido un error? ¿Cómo puede usar una intuición correcta que pueda estar contenida en el razonamiento de los estudiantes? Todo ejemplo es válido en sí mismo y las generalizaciones excesivas serían contraproducentes.

2) *Diagnosticar las dificultades de los estudiantes*: Este es un ejercicio similar al precedente, pero mientras en el primer caso se tenía un estudiante que había cometido un error en este caso somos nosotros mismos quienes debemos identificar donde se ha equivocado el estudiante y por qué. Por ejemplo, los estudiantes no pueden estimar mentalmente la pendiente negativa o positiva de una recta que pasa por puntos con unas ciertas coordenadas. ¿Qué clases de ejercicios debe dar el profesor a los estudiantes para determinar exactamente qué es lo que causa la dificultad?

3) *Preparar problemas que ayuden a los estudiantes a tratar varios tópicos*: ¿Qué tipos de problemas deben usarse para demostrar a los estudiantes que las longitudes de dos lados y el ángulo entre ellos son suficientes para determinar la longitud del tercer lado de un triángulo? ¿Qué tipos de problemas pueden, en el caso ideal, hacer que los estudiantes lleguen al teorema del coseno por ellos mismos? ¿Qué clase de problemas pueden motivar a los estudiantes a investigar algo? Tales cuestiones pueden ser preguntadas sobre prácticamente cualquier tema importante. Sostiene que conocer cómo resolver tales cuestiones es una tarea necesaria para cualquier profesor, pero los profesores de estudiantes de alto rendimiento pueden contar con mayor capacidad de respuesta de sus estudiantes.

4) *Analizar la estructura de una línea de razonamiento y crear problemas que puedan servir de modelos de esta estructura*: Incentivar la capacidad de ver que un objeto puede ser reconstruido de varias formas; por ejemplo, un paralelogramo puede ser cortado y sus trozos reunidos para formar un rectángulo.

5) *Crear direcciones que sirvan de modelo desde un punto de vista diferente:*

Los profesores a menudo se encuentran ellos mismos en situaciones en las que, para clarificar la formulación de algún problema, es necesario formular este problema de otra forma.

6) *Proponer modelos de teorías:* Los futuros profesores deben ser preguntados para construir su propia microteoría modelada sobre teorías existentes; y problemas de tal microteoría pueden ser dados al estudiante para que los resuelva como proyectos independientes.

En su estudio, Karp (2003) describe las cualidades de un profesor creativo de matemática que trabaja con alumnos de alto rendimiento, y considera que todas estas cualidades también son esenciales para los profesores en las escuelas ordinarias. Pues no es fácil separar los problemas de enseñar a los dotados de los problemas de enseñar a los estudiantes genéricos, ya que los estudiantes de alto rendimiento pueden encontrarse en todas las clases y, por lo tanto, la tarea no puede reducirse a encontrar profesores para programas especiales. La principal diferencia entre profesores creativos que trabajan con estudiantes matemáticamente dotados y su contrapartida, por decirlo así, en clases ordinarias, consiste en el hecho de que el primero debe tener problemas más difíciles a su disposición y debe ser capaz de trabajar con ese conjunto de problemas. Entre las cualidades requeridas en un profesor creativo de matemática de estudiantes con talento están:

- ✓ Tener interés en el problema de identificar y enseñar estudiantes de talento.
- ✓ Una buena base de matemáticas. Capacidad de reaccionar matemáticamente, es decir, plantear y responder preguntas que son típicamente características de las matemáticas.

- ✓ Estar alerta, ser receptivos a observaciones matemáticas inusuales y a comentarios por parte de los estudiantes.
- ✓ Tener familiaridad con los programas extracurriculares existentes y otras oportunidades para desarrollar los talentos de los estudiantes matemáticamente dotados, y la habilidad para coordinar el desarrollo de programas para estudiantes matemáticamente dotados.

Karp hace la observación de que la presencia de todas las cualidades mencionadas en un profesor no garantiza que tenga éxito en desarrollar las cualidades deseadas en el estudiante; pero la preparación debe ayudar a desarrollar tales cualidades.

2.3.3 Sobre el desarrollo de la creatividad de los alumnos en matemáticas

Nos preguntamos si es posible desarrollar en la enseñanza básica un espíritu creativo de manera que un alumno o alumna se convierta en generador de información válida desde el punto de vista de la matemática (Pichel, 2001). En áreas como en lengua, cuando el profesorado se plantea sus objetivos de área se tiene como referencia el trabajo y la producción profesional, sin que la modestia de recursos de los aprendices sea una traba para experimentar con su creatividad. Coincidimos con Pichel, 2001 cuando señala que los alumnos escriben poesía sin que sean poetas, redactan una historia sin que sean novelistas, interpretan un documento histórico sin que sean historiadores, dibujan sin que sean pintores, mientras que en matemáticas repiten procesos consolidados sin mucho margen para la creación salvo pequeños aspectos. Al respecto, Pichel sugiere que los alumnos pueden reflexionar sobre el número, el infinito, el cero, inventar categorías de números, jugar a la criptografía, pueden inventar operaciones, estrategias, crear fábulas en geometría, analizar en estadística, inventar problemas en topología, diseñar funciones, analizar juegos,

“recrear”, etc. Para ello propone tomar ejemplos de Historia de la Matemática, porque constituyen una fuente de propuestas, como los escritos de Galileo, a través de los cuales se expone que el trabajo matemático contiene errores conceptuales, titubeos y aciertos que humanizan la labor de creación.

En esta misma línea Rowland y Huckstep (2000) van más lejos y se oponen a hablar de alumnos creativos en matemática, de hecho lo consideran una cuestión retórica. Consideran que los alumnos pueden hacer y hacen modelos. Pero esto no es bastante para decir que están haciendo matemáticas. En bellas artes, un pintor, un compositor, un escultor, un poeta o un coreógrafo puede muy bien producir modelos, pero no está claro que un matemático pueda hacer lo mismo. White (1972), citado por Rowland y Huckstep, afirma que no se pueden comparar las condiciones en las que el alumno y el matemático hacen sus respectivos descubrimientos. Al respecto, recogen la siguiente cita:

En el caso del muchacho, su profesor ha estructurado la situación de tal manera (por ejemplo, dando claves que guían al niño cerca del fin deseado) que el alumno da por sentado que hay una regla que debe ser descubierta, que el profesor conoce, y que siguiendo la dirección del profesor él la encontrará también. Ninguna de esas condiciones se dan en el matemático creativo, que por lo tanto no puede haber hecho este descubrimiento de la misma forma que el niño. (Rowland y Huckstep, 2000: 15).

Sin embargo, este planteamiento es refutado por otros autores. Al respecto, comentan que no todos los resultados matemáticos que los alumnos encuentran se inician de una manera estructurada. Sigue habiendo casos de contribuciones de los alumnos que escapan a todas las objeciones de White, aunque hay que admitir que pueden no ser tan comunes. Justamente, un ejemplo que apoya este planteamiento lo constituyen las investigaciones hechas con estudiantes de alto rendimiento participantes en olimpiadas matemáticas.

Algunas investigaciones se centran en los alumnos de alto rendimiento y en cómo se desarrolla su creatividad. Daniel (2003) explica que estuvo trabajando en Nueva Zelanda con un grupo de chicos de los campos de entrenamiento para Olimpíadas. Según esta autora, la creatividad tiene su propio ritmo y no puede subsistir si está limitada por prescripciones, órdenes, limitaciones en el tiempo o esperanzas de conseguir algo, y señala que los alumnos matemáticamente bien dotados tienen significativas diferencias en las formas como ellos expresan sus ideas y su creatividad. Uno de los aspectos que más le impactó de los estudiantes de la muestra no fue su competencia en matemáticas, es decir, en el sentido de hacer matemáticamente bien o la originalidad de sus soluciones a problemas, sino más bien el espíritu que observó mientras ellos le contaban historias de cómo habían resuelto los problemas, su sentido del humor, espontaneidad, entusiasmo, que acompañaban a la descripción sobre lo que habían hecho. Daniel recomienda el uso de la narrativa, es decir, motivar a los alumnos a que cuenten como resuelven los problemas, para captar el espíritu de la creatividad.

Tiamina (2002), en su artículo "*Una manera matemática de pensar, ¿cuando es creativa?*", explica, a través de varios ejemplos tomados de la Historia de la Matemática, el desarrollo del pensamiento creativo en matemática. Por ejemplo, menciona el caso famoso de los *Tres problemas griegos*, y plantea que se han generado distintas formas creativas para intentar solucionarlos. Al respecto, afirma que el pensamiento matemático creativo no es nada uniforme y ocurre de diferentes maneras. Para la autora estar atascado en un proceso de resolución matemático es un estado absolutamente normal, mientras se está buscando una oportunidad para aprender una cosa nueva. Salir de este estado significa ser creativo. Ser creativo no significa necesariamente crear una cosa nueva; uno puede ser creativo simplemente encontrando una forma de usar conocimiento previo para una nueva situación.

2.4 Desarrollo profesional docente y creatividad en la Formación inicial de profesorado de Primaria en Matemáticas

Hemos encontrado estudios que resaltan la necesidad de formar maestros creativos, que alientan a realizar estas investigaciones y que aportan elementos que sugieren una formación creativa. Para formar alumnos creativos se necesitan profesores creativos, luego hay que formarlos. Se exige a los maestros lo que pocas veces se les da en las aulas de clases universitarias: una formación creativa. Rodríguez y Gil (2006) formulan la siguiente interrogante ante su propuesta de evaluar la creatividad en la enseñanza universitaria: *¿Se puede encontrar creatividad en un lugar donde lo más común es su ausencia y, en el peor de los casos, su condicionamiento y restricción?* (Rodríguez y Gil, 2006: 511). De hecho la gente, en general, y los mismos profesores, en particular, raras veces piensan en el maestro como un profesional creativo. Normalmente, el calificativo "creativo" está reservado para otros profesionales como por ejemplo: pintores, compositores, poetas, etc. De hecho, cotidianamente, se piensa en la profesión docente como todo lo contrario; es decir, como una actividad profesional poco creativa. (Rodríguez, 1996).

2.4.1 Sobre la experiencia creativa de formación

De acuerdo con Kuvínová (1999), el método usual de enseñar a los profesores de matemática se basa en procedimientos convencionales. Un profesor o una profesora que comienza su vida profesional, frecuentemente no cumple las expectativas de los profesores o colegas para aportar innovaciones a la escuela. Puede ocurrir que los nuevos profesores reduzcan la enseñanza a una simple entrega de contenidos que ha sido fijada en los programas escolares y en los manuales, y que apoyen poco las habilidades creativas de sus estudiantes o no los apoyen en nada. El desarrollo de esta creatividad es parte del trabajo

profesional del profesor, pero es fuertemente influenciado por la forma como fue enseñado en la escuelas primarias y secundaria. Por lo tanto, la autora considera necesario influenciar sus actitudes y la gama de sus métodos de enseñanza durante el período de formación inicial, ésta es la única forma de quebrar el círculo vicioso.

Coincidimos con Kuvínová (1999) cuando subraya que, para producir estudiantes creativos y seguros de sí mismos, es necesario, en primer lugar, producir profesores creativos y seguros de sí mismos, esto es, profesores que sean capaces no solamente de entregar un conocimiento completo y un procedimiento sino de desarrollar las habilidades de sus estudiantes para usar su conocimiento y para reaccionar de una manera adecuada y apropiada a las condiciones cambiantes en su mundo. Un buen profesor debería estar bien preparado no sólo para enseñar sino para ayudar a formar la personalidad y las actitudes de sus estudiantes. No sólo se debe actuar sobre la parte cognitiva de su personalidad, sino influenciar sus actitudes, orientación de valores y emociones. Al mismo tiempo, es imperativo enseñarles a los futuros profesores a respetar la personalidad de sus futuros alumnos, a formar una actitud positiva hacia las personas y el mundo, a conectar el trabajo de la escuela con la vida real y las discusiones en el ámbito mundial.

Para desarrollar la creatividad en la educación matemática, los profesores y los estudiantes, necesitan más que un conocimiento sólido y correcto de la matemática Meissner (2000)¹⁰. El maestro creativo en la enseñanza de la

¹⁰ El profesor Hartwig Meissner es promotor de los congresos creatividad en educación matemática. Se han realizado tres ediciones, el primero se celebró en Muenster 1999, donde se plantearon las siguientes preguntas: *¿Cómo promover la creatividad de los niños?* *¿Cómo estimular a los estudiantes de alto rendimiento?* *¿Cómo estimular a nuestros profesores?* *¿Cómo enriquecer la educación de las matemáticas con actividades desafiantes?* El segundo congreso tuvo lugar en Latvia, Riga, el objetivo principal era: estimular la investigación en el área de la creatividad en educación matemática y establecer contactos y cooperación entre investigadores y profesionales en varios campos de esta área. El tercer congreso se celebró en el 2004 en Bulgaria, donde se discutieron los siguientes aspectos: *la formulación y definición*

matemática según el autor debería ser, ante todo, un amante de la matemática capaz de sentir y transmitir la pasión por la asignatura. Para ser más que un buen docente de matemáticas, el maestro creativo debe buscar en cada tema que dicta un elemento de impacto para motivar a sus alumnos. La sorpresa estará presente en sus clases, empleará distintos métodos para resolver problemas e incentivará al mismo alumno a inventar sus propios métodos de resolución de problemas (Meissner, 2000). También procurará diseñar recursos de aprendizaje o usar los que tiene a disposición de una manera novedosa, poco usual, teniendo siempre presente los objetivos del conocimiento matemático. De los estudios realizados por Meissner en Muenster ¹¹ sobre educación matemática, se siguen los siguientes principios para fomentar la creatividad:

- 1) Llevar más allá los componentes individuales y sociales como: la motivación, la curiosidad, la autoconfianza, la satisfacción, el humor, la flexibilidad, el interés, la felicidad, la aceptación de sí mismo y de los otros, el éxito. Se necesita una atmósfera competitiva que permita acciones espontáneas y reacciones, se necesita responsabilidad combinada con voluntad.
- 2) Los niños deben desarrollar habilidades importantes: deben aprender a visualizar un problema, inventar sus propias técnicas o modificar técnicas dadas, escuchar, discutir, definir metas, colaborar en equipos, se necesitan niños que sean activos, que descubran y que experimenten, que disfruten y se diviertan, que adivinen, que prueben, que puedan reírse de sus propios errores.
- 3) Se necesitan problemas desafiantes, que tienen que ser fascinantes, emocionantes, provocadores. Frecuentemente, los problemas con un final abierto

de la educación de niños talentosos a través de la matemática y la informática, la estimulación de la creatividad matemática en estudiantes y sus profesores, las áreas, métodos y problemas en matemáticas que son apropiados para estimular la creatividad en los estudiantes. los estudiantes de alto rendimiento y como pueden identificarse. A raíz de estos congresos han surgidos grupos de trabajos de investigación que se van reuniendo en los Congresos del ICME.

¹¹ El grupo de investigación funciona en la Universidad Westfaelische Wilhelms en la ciudad alemana de Muenster.

son bienvenidos o problemas que desafían con contextos y resultados sorprendentes, se debe conectar los problemas con las experiencias de la vida diaria individual de los estudiantes y con sus campos de experiencia e interés. Los estudiantes deben ser capaces de identificarse con el problema y con su posible solución. Así en la formación de maestros debería tenerse en cuenta estos aspectos.

Meissner insiste en que para mejorar el pensamiento creativo se necesitan más descubridores y no solamente valientes seguidores, se necesitan más estudiantes que se pregunten POR QUÉ y menos que respondan SÍ. Dice que por lo menos en Alemania se necesita un cambio en el enfoque de la enseñanza y sostiene que es un problema que tiene que ver con la formación de profesores. La naturaleza de las actividades en el aula debe integrar ideas más espontáneas y más conocimiento de sentido común, el inconsciente y lo intuitivo (Meissner, 2005).

2.4.2 Tipos de creatividad en la formación

Un planteamiento interesante y que ha sido una de nuestras fuentes de inspiración, es el realizado por Alsina (2002)¹², sobre las diversas formas y lugares de creatividad que se pueden desarrollar en la formación inicial de un maestro de matemática:

- ✓ *Creatividad Interpretativa*: se refiere a la interpretación correcta de informaciones. Analizar y leer los datos, a saber “leer entre datos” y saber leer “más allá de los datos”.

¹² En la lección magistral dictada por el profesor Claudi Alsina con motivo del Acto de Inauguración del curso académico 2002-2003 en la Facultad de Formación del Profesorado, Universidad de Barcelona.

- ✓ *Creatividad para resolver problemas*: Tiene que ver con la creatividad relacionada con la resolución de problemas, a partir G. Pólya. Desde la creatividad en el enfoque, métodos de resolución, planteamiento de soluciones, uso de contexto, generalizaciones y extensiones hasta la creatividad en la aplicación y/o interpretación en el mundo real.

- ✓ *Creatividad a la hora de colocar problemas*: proponer problemas es una técnica ingeniosa de evaluación, pues incita a la capacidad de cuestionar y de emplear la imaginación.

- ✓ *Creatividad en la presentación*: el uso de muchos recursos didácticos matemáticos usados con imaginación permiten presentar la matemática de manera diversa: problemas para responder oralmente, dramatización de la situación, expresividad musical, composición de un poema, escribir una carta, la comunicación entre alumnos por correo electrónico, etc.

- ✓ *Creatividad con relación al contexto*: el uso creativo del entorno, de la realidad actual, será siempre motivante e interesante. Las relaciones a establecer o descubrir en relación con el entorno son casi siempre bastante abiertas y ponen en juego procesos matemáticos alternativos.

- ✓ *Creatividad en el trabajo cooperativo*: es importante preparar a las personas para que puedan trabajar en equipo. No son aquellos “trabajos de grupo” donde solo uno o dos trabajan y los demás no realizan nada, sino organizarlos de manera tal que todos aprovechen el tiempo, con agenda de reunión, donde cada uno se preocupan de lo que hacen los otros, o cualquiera puede ser portavoz del grupo, donde la exposición y diálogo con el profesor y el grupo, le permitirá determinar a este que

efectivamente todos trabajaron. Estas actividades son ideales porque tienen componentes interdisciplinarios o globalizadores.

Se puede ser creativo si se tiene una actitud de aprender y reconocer una práctica reflexiva (Shön, 1992). En lo que se refiere a formación de maestros Blanco y Ruiz (1995) manifiestan su preocupación profesional de “enseñar a enseñar” y “aprender a enseñar”. Al respecto se plantean la interrogante: “¿Hemos sido capaces de diseñar un contexto teórico-práctico adecuado para que los futuros maestros aprendan a enseñar?” (Blanco y Ruiz, 1995:58) Enderson (1995) ha mostrado que un mayor dominio del contenido es directamente proporcional a la capacidad de gestión de la clase¹³ y que las elecciones curriculares dependen de ese dominio del contenido. También Manouchehri (1996) ha señalado que las habilidades para crear y sostener un discurso productivo en el aula están básicamente relacionadas con el dominio de los aspectos conceptuales de la disciplina y el conocimiento de múltiples representaciones e interrelaciones entre las diferentes estructuras matemáticas.

2.4.3 Lo creativo como superación de la acción informativa didáctica

El conocimiento profesional docente no se construye sólo a partir de una información que proporcionamos a nuestros alumnos, sino que tiene una componente personal, de reflexión individual sobre la experiencia docente que potenciamos. Esta afirmación es ilustrada por Blanco y Ruiz (1995) con el caso de Domingo en su investigación sobre qué conocen los maestros sobre el contenido que enseñan. Domingo un estudiante para profesor preparó una clase sobre resolución de problemas para sus alumnos de las prácticas, su intención era que los problemas planteados fueran resueltos en dos niveles: primero, de

¹³ Aunque también este dominio puede llevar a planteamientos “muy matemáticos”, ajenos a los problemas de aprendizaje.

forma manipulativa y, luego siguiendo algún procedimiento algorítmico. Como apuntan los autores: *Este comienzo, y la declaración de intenciones que refleja en el diario, supone un intento de ruptura con un modelo tradicional de concebir la resolución de problemas en primaria* (Blanco y Ruiz, 1995: 59). No obstante, el análisis de la situación reveló una contradicción entre la reflexión realizada por Domingo en su diario con la realidad a la hora de trabajar con los niños. Efectivamente, ante el problema planteado los niños utilizaron distintos procedimientos de cálculo, sin embargo, Domingo escoge para realizar en la pizarra un resultado más formal, que no es habitual entre los alumno y que se corresponde con una etapa de habilidad matemática más desarrollada. A raíz de esta situación, Blanco y Ruiz comentan: *Vemos que el resultado considerado del problema se aleja del contenido por los alumnos, los cuales, podemos apreciar en el vídeo, van borrando de sus cuadernos las “cuentas” realizadas para sustituirlas por las nuevas operaciones que el profesor en formación ha escrito en la pizarra* (Blanco y Ruiz, 1995: 60).

2.4 Integración del Desarrollo Profesional Docente y Creatividad

Consideramos en nuestra investigación que formar creativamente un maestro en matemáticas significa:

- a) Promover la habilidad de resolver y proponer problemas matemáticos y didácticos que permitan desarrollar estructuras matemáticas e interdisciplinarias, reconociendo la generación de las mismas.

- b) Promover cómo identificar y comunicar con perspicacia conflictos asociados a la adquisición de dichas estructuras por parte del alumnado, para así conseguir animarlo en la producción matemática y guiarlo a enfrentar sus dificultades.

c) Tener suficientes medios para buscar dichas acciones con los colegas. Así se comparte creatividad matemática y las componentes del desarrollo profesional.

Para realizar una caracterización interceptamos criterios de creatividad y componentes del contenido de desarrollo profesional.



Fig.2.4.1

1) Como criterios de creatividad consideramos originalidad, flexibilidad, fluidez y elaboración. En esta investigación utilizaremos un enfoque pedagógico para definir la creatividad. Nos interesa enmarcarla dentro de lo que ocurre en el proceso de enseñanza aprendizaje, y en relación con la persona que participa en el proceso. Preferimos inicialmente considerarla como la aptitud porque creemos que la creatividad es una capacidad que puede ser potenciada, mientras que en la actitud influye más la historia personal del sujeto.

2) Consideramos dos componentes del contenido profesional del docente de la propuesta de (Bairral, M. Gimenez, J. y Togashi, E.) 2001 y Bairral (2002):

a) Conocimiento Matemático-epistemológico. En el aspecto matemático-epistemológico (de ahora en adelante para abreviar lo denominaremos *conocimiento matemático*), consideramos las reflexiones docentes sobre el

pensar matemáticamente¹⁴, y sus significaciones (conceptos, terminologías, etc.) en el proceso de formación docente. Esto significa conocer y usar hechos, procedimientos propios de las matemáticas de forma que se tenga competencia suficiente de la materia para la enseñanza.

b) Conocimiento Estratégico-interpretativo (de ahora en adelante para abreviar lo denominaremos *conocimiento didáctico*), incluye las acciones y reflexiones sobre aprendizaje, instrucción y procesos interactivos en la clase.

De la integración los criterios de creatividad y las componentes del desarrollo profesional docente, nos interesan las intersecciones que surgen de esta combinación, que mostramos en la figura

Componentes	Criterios de Creatividad			
	ORIGINALIDAD	FLEXIBILIDAD	FLUIDEZ	ELABORACIÓN
MATEMÁTICO	MO	MFL	MFLU	ME
DIDÁCTICO	DO	DFL	DFLU	DE

Fig. 2.4.2

Así, pueden darse varias combinaciones. Por ejemplo, una tarea propuesta en la formación de maestros puede ser caracterizada con la intersección $M \cap O$ que denominaremos MO, esto indica que es una tarea que potencia el aspecto matemático y la originalidad. Ahora bien, para precisar el significado de cada una de estas intersecciones haremos uso de los indicadores, descriptores y rasgos, que explicaremos en detalle en el capítulo 5 correspondiente a la construcción del instrumento para caracterizar la

¹⁴ Expresión de MASON L., BURTON K. y STACEY J., (1988) para indicar no solo el contenido conceptual sino las acciones del pensamiento

creatividad en la formación inicial de maestros en tareas, acción de clases y respuestas de los alumnos.

Para describir los elementos de nuestro estudio de la creatividad en el proceso de formación de maestros, partimos de las siguientes nociones:

- ✓ *El Ambiente* son los elementos que pueden potenciar la creatividad de un grupo de futuros maestros de Matemática de Primaria especialistas en Lengua Extranjera y Educación Física de la Facultad de Formación de Profesorado de la Universitat de Barcelona. Está constituido por tareas del dossier electrónico diseñadas por el grupo GIDECM¹⁵ (Grup d'Innovació Docent en Educació de Ciències Experimentals i Matemàtiques) y *el Proceso* constituido por la acción de clase. Entendiendo como acción de clase lo que ocurre durante la clase, el proceso de interacción profesor-alumno.

- ✓ *El Producto* lo componen las respuestas del grupo de futuros maestros al conjunto de tareas desarrolladas.

¹⁵ El grupo GIDECM se formó en el año 2001. Pertenece al Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Matemàtiques de la Facultat de Formació del Professorat de la Universitat de Barcelona. Tiene como objetivo mejorar la actividad docente, identificar problemas docentes, trabajo interdisciplinario, control de procesos semipresenciales, elaboración de materiales docentes en papel y en red, mejorar los sistemas de evaluación