

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES  
DE MONTERREY

UNIVERSIDAD VIRTUAL



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY**

EL USO DEL TRIZ EN LOS PRIMEROS SEMESTRES DE LA  
FORMACIÓN PROFESIONAL DE UN INGENIERO EN  
RELACIÓN CON EL DESARROLLO DE UNA CULTURA  
CREATIVA.

TESIS PRESENTADA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE MAESTRA EN EDUCACIÓN

AUTORA: ANILUZ PEÑA RAMOS

ASESORA: DRA. YOLANDA HEREDIA

MONTERREY, NUEVO LEÓN.

MARZO 2006

EL USO DEL TRIZ EN LOS PRIMEROS SEMESTRES DE LA  
FORMACIÓN PROFESIONAL DE UN INGENIERO EN  
RELACIÓN CON EL DESARROLLO DE UNA CULTURA  
CREATIVA.

Tesis presentada

por

Aniluz Peña Ramos.

ante la Universidad Virtual

del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

como requisito parcial para optar

por el título de

MAESTRA EN EDUCACIÓN

Marzo 2006

## **DEDICATORIA**

**Esta investigación esta dedicada en memoria de mis abuelos, fruto e inspiración para mi andar pedagógico.**

**A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional.**

**A mi novio Víctor Vázquez por su amorosa y constante compañía.**

**A todos mis tíos, tías, primos y sobrinos que han acompañado mi vida.**

**Y a mis alumnitos de preescolar, futuros profesionistas de México.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi asesora de Tesis, Dra. Yolanda Heredia, por su valioso tiempo y su amable orientación a lo largo de todo el proceso de construcción de esta tesis.**

**A los maestros Dr. Noel León, Ing. Luz María Lozano del Río e Ing. Natalia Herrera Baker por las facilidades otorgadas para recabar la información necesaria en sus grupos de ingeniería.**

**A la Dra. Yolanda M. Cázares por su asesoría.**

**A la Dra. Martha Casarini por la invitación para colaborar en este proyecto y ser el enlace con mi asesora.**

## Resumen

El tema de la creatividad ha sido estudiado a través de la historia desde diferentes enfoques y tratamientos, lo cual evidencia la complejidad y polémica que encierra el tema en torno al cual no existe un consenso determinado.

En la materia de *Introducción al la Ingeniería*, que cursan los estudiantes de las carreras Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero Mecánico Electricista (IME) e Ingeniero en Mecatrónica (IMT) del Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM Campus Monterrey), se ha propuesto que los estudiantes de nuevo ingreso deben desarrollar proyectos de ingeniería creativos a lo largo de su carrera.

Con el fin de documentar la experiencia de estos grupos se han dividido de la siguiente manera: un grupo experimental formado por tres grupos que llevan esta materia piloto (60 alumnos) y un grupo de control (50 alumnos) integrado por tres grupos que llevan la materia en forma tradicional.

Para conocer las características socio-demográficas de los alumnos del grupo control y el grupo piloto fue aplicada una encuesta. El cuestionario de VARK (Neil Flemming, 2001) se aplicó con la finalidad de conocer las preferencias de los alumnos respecto a su manejo de información y estilos de aprendizaje preferidos (preferencia para capturar, procesar y entregar ideas e información). Otros instrumentos aplicados fueron el cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA) y, además, se aplicó un Test de creatividad.

## INDICE DE CONTENIDO

Capítulo 1. Planteamiento del problema	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema de investigación.....	5
1.3 Objetivos de la investigación.....	5
1.4 Fundamentación de la investigación.....	5
1.5 Limitaciones de la investigación.....	6
Capítulo 2.- Fundamentación teórica	
2.1 Antecedentes: Definiciones para la creatividad.....	7
2.1.1 Creatividad y supervivencia.....	8
2.1.2 La psicología del descubrimiento y la invención.....	9
2.1.3 El pensamiento creativo en el contexto de la evolución humana.....	12
2.1.4 El pensamiento creativo.....	12
2.2 Medición de la creatividad.....	16
2.2.1. La creatividad y el aprendizaje.....	17
2.2.2. Teoría de Resolución Inventiva de Problemas (TRIZ).....	20
Capítulo 3. Metodología	
3.1 Diseño metodológico.....	24
3.2 Contexto sociodemográfico.....	24
3.2.1. El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).....	24
3.2.2. Proyecto Piloto: TRIZ en Introducción a la Ingeniería (IMA-IME-IMT) .....	25
3.3 Muestra y población.....	27
3.3.1 Sujetos de investigación.....	27
3.4 Instrumentos de investigación.....	28
3.4.1. El cuestionario VARK (Visual, Aural, Lectura/Escritura y Quinestesia).....	28
3.4.2. El Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA).....	29
3.4.3. Test de Creatividad.....	29

Capítulo 4. Análisis de resultados	
4.1 Resultados de la encuesta socio-demográfica.....	30
4.2 Resultados del Cuestionario de Estilos de Aprendizaje (VARK).....	32
4.3 Resultados del Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA).....	34
4.4 Resultados del Test de creatividad: ¿Eres una persona creativa?.....	39
4.5 Calificaciones finales de los grupos control y piloto.....	51
4.6 Análisis Inferencial.....	52
4.7 Cátedra de Creatividad, Innovación e Inventiva en Ingeniería (CIII): Metaproyectos para alumnos de ingeniería (Proyecto piloto).....	54
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones	
5.1 Conclusiones.....	65
5.2 Recomendaciones.....	66
Referencias.....	68
Anexos	
Anexo 1: Encuesta socio-demográfica.....	71
Anexo 2: Cuestionario de Estilos de Aprendizaje (VARK).....	72
Anexo 3: Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA).....	75
Anexo 4: Test de creatividad: ¿Eres una persona creativa?.....	77
Currículo de la autora.....	79

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: <i>Clases de pensamiento y funciones de los hemisferios cerebrales</i> .....	14
Cuadro 2: <i>Porcentajes comparativos de la encuesta sociodemográfica</i> .....	31
Cuadro 3: <i>Porcentajes comparativos de la escolaridad de los padres</i> .....	31
Cuadro 4: <i>Porcentajes comparativos sobre el uso de herramientas creativas y el motivo de selección de carrera</i> .....	32
Cuadro 5: <i>Promedio de los componentes del Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido, CIPA (grupo control)</i> .....	35
Cuadro 6: <i>Promedio de los componentes del Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido, CIPA (grupo piloto)</i> .....	37
Cuadro 7: <i>Test de creatividad: ¿Eres una persona creativa? (puntajes del grupo control)</i> .....	40
Cuadro 8: <i>Test de creatividad: ¿Eres una persona creativa? (puntajes del grupo piloto)</i> .....	45
Cuadro 9: <i>Resultados de la ANOVA para la variable dependiente calificaciones finales</i> .....	52

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Generando poderosas fuerzas de innovación</i> .....	21
<i>Figura 2: TRIZ: Un nuevo acercamiento a la ingeniería innovadora y solución de problemas</i> ...	22
<i>Figura 3: Cuestionario de Estilos de Aprendizaje (VARK), promedios del grupo control</i> .....	33
<i>Figura 4: Cuestionario de Estilos de Aprendizaje (VARK), promedios del grupo piloto</i> .....	33
<i>Figura 5: Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA), promedios del grupo control por componente</i> .....	36
<i>Figura 6: Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA), promedios del grupo piloto por componente</i> .....	38
<i>Figura 7: Puntajes del test de creatividad (grupo control)</i> .....	41
<i>Figura 8: Adjetivos con los que más se identifican los alumnos del grupo control</i> .....	43
<i>Figura 9: Puntajes del test de creatividad del grupo piloto</i> .....	47
<i>Figura 10: Adjetivos con los que más se identifica el grupo piloto</i> .....	49
<i>Figura 11: Comparativo de los puntajes del test de creatividad grupos control y piloto</i> .....	50
<i>Figura 12: Promedio de las calificaciones finales del grupo control</i> .....	51
<i>Figura 13: Promedio de las calificaciones finales del grupo piloto</i> .....	51



<i>Figura 14:</i> Cátedra de Creatividad, Innovación e Inventiva en ingeniería.....	54
<i>Figura 15:</i> Megaproyectos para alumnos de Ingeniería. Proyecto piloto.....	55
<i>Figura 16:</i> Objetivo de la materia Introducción a la Ingeniería.....	55
<i>Figura 17:</i> Cuestionario base.....	56
<i>Figura 18:</i> Proyectos de los alumnos del grupo piloto.....	56
<i>Figura 19:</i> Celda solar de uso personal.....	57
<i>Figura 20:</i> Plataforma de transportación e instalación.....	57
<i>Figura 21:</i> Camión de basura con divisiones.....	58
<i>Figura 22:</i> Cargador para baterías solar.....	58
<i>Figura 23:</i> Salvavidas con motor.....	59
<i>Figura 24:</i> Enfriador instantáneo.....	59
<i>Figura 25:</i> Gas no contaminante para carros.....	60
<i>Figura 26:</i> Fuentes de energía alternas: hidrógeno como combustible.....	60
<i>Figura 27:</i> Control remoto con alarma.....	61
<i>Figura 28:</i> Nanotecnología aplicada a la medicina.....	61
<i>Figura 29:</i> Nuevas opciones de refrigeración y congelación para la industria.....	62
<i>Figura 30:</i> Péndulo mecanizado.....	62
<i>Figura 31:</i> Parachoques magnéticos.....	63
<i>Figura 32:</i> Planta tratadora de agua casera.....	63
<i>Figura 33:</i> Protector solar para autos.....	64
<i>Figura 34:</i> Sensor de autos para prevenir choques.....	64

## Capítulo 1.

### Planteamiento del problema

#### 1. INTRODUCCIÓN

##### 1.1 Antecedentes

Uno de los cambios que ejerce mayor influencia sobre el funcionamiento de la educación superior es la aparición de la llamada sociedad del conocimiento (CE, 1995, 1997, 2003, en Ginés Mora, 2004). Durante la segunda mitad del siglo XX el valor económico de la educación fue reconocido universalmente por analistas (Ginés Mora y Vidal, citados por Ginés Mora, 2004); a lo largo de este período se desencadenó un desarrollo tecnológico considerable que obligó a los expertos a establecer que ese desarrollo sólo era posible mientras se dispusiera de recursos humanos cualificados.

Los elementos de mayor impacto en la economía y en el desarrollo social de las comunidades de la sociedad del conocimiento son: la tecnología y el conocimiento; por tal motivo; Scott (1996, en Ginés Mora, 2004) menciona que, en esta sociedad, la educación superior (fuente generadora de conocimiento) presenta características tales como: una acelerada innovación tecnológica y científica, rapidez en los flujos de información y un aumento “del riesgo en la mayoría de los fenómenos, de la complejidad, de la no-linealidad y de la circularidad” (¶ 15).

En un reporte publicado por las secretarías de Comercio y Educación de los Estados Unidos titulado *2020 Visions, Transforming Education and Training Through Advanced Technologies* (2002, en EDUTEKA, 2003) se afirma que la transformación de la educación se vislumbra con nuevos sistemas de instrucción que permitan a los docentes diseñar tareas y proyectos retadores e interesantes que establezcan lazos entre el mundo del aprendizaje y el mundo laboral. Utilizar efectivamente el tiempo y el talento de los docentes y los alumnos, además de evaluar integralmente las habilidades y competencias del alumno en tareas complejas son algunas de las consideraciones a tomar para sistemas de aprendizaje de nueva generación. A partir de estos nuevos sistemas de aprendizaje, los profesionistas necesitarán mejorar (a lo largo de sus carreras) el nivel de sus habilidades y ampliar las diferentes

herramientas para su desarrollo profesional, esto puede incluir: mantenerse actualizados en su campo profesional, comprender los avances en la teoría del conocimiento (pedagogía y evaluación), y entender las innovaciones en el diseño de software, estándares y comunicaciones que les faciliten el intercambio de ideas con sus colegas (EDUTEKA, 2003).

En México, durante la última década del SXX, el nivel de educación secundaria se estableció como obligatorio y la proporción de jóvenes que lo terminaban aumentó considerablemente; como consecuencia, la demanda a los niveles educativos medio superior y superior también han presentado un incremento considerable. El sistema mexicano de educación superior se ha visto presionado para seguir creciendo pues, no sólo ha aumentado la demanda estudiantil sino que el mercado de trabajo también demanda más y mejores egresados.

Según una de las metas de La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) se espera que para el 2006 haya poco más de tres millones de estudiantes en el nivel superior, lo que representa una cobertura del 30% del grupo de edad de 20 a 24 años, muy diferente al 18% de cobertura que se tenía entre los años de 1995 y 1999. El escenario educativo que plantea la ANUIES para el año 2020 es que el número de estudiantes universitarios se acerque a los cinco millones y la cobertura que se espera tener se aproxima al 50% (ANUIES, 1999, en Martínez Rizo, 1999).

Como se había mencionado, uno de los cambios que trae consigo la sociedad del conocimiento es el de valorar a la educación superior como fuente generadora del conocimiento, por tal motivo "cualquier sociedad que aspire a integrarse adecuadamente en el mundo del siglo XXI" debe considerar "tener una alta proporción de su población con niveles de escolaridad superiores" (Martínez Rizo, 1999, p. s/p).

La educación, además de cumplir un papel fundamental para el crecimiento económico de todo país, se consolida como un modelo que proporciona bienestar social: disminuye las brechas entre las regiones y grupos sociales, impulsa la democracia como forma de vida en los campos de la acción humana, promueve la tolerancia y el respeto en la convivencia social;

además, facilita los medios para que hombre y mujeres pueden participar en la transformación e innovación de un país (ANUIES, 2000).

Tomando como base la meta de la ANUIES para el año 2020 y la evidencia histórica de la educación superior en México, el autor Martínez Rizo (1999) subraya algunas recomendaciones para las Instituciones de Educación Superior (IES): a) se deben transformar los modelos educativos a profundidad, éstos deben tomar en cuenta los avances de la tecnología y el de las ciencias cognitivas, b) debe prestarse más atención en el aprendizaje que en la enseñanza logrando que los alumnos asimilen, no sólo el conocimiento, sino las habilidades que necesitará en un futuro para su desarrollo en el mundo laboral, c) se debe considerar ofrecer postgrados tanto de enfoque profesional como orientados a la investigación y d) para el SXXI se necesita un sistema de educación superior de masas diversificado que responda a las necesidades de un país como México, grande y complejo.

La materia *Introducción a la Ingeniería* que cursan los alumnos de nuevo ingreso de las carreras de Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero Mecánico Electricista (IME) e Ingeniero en Mecatrónica (IMT) del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) espera que el aula se convierta en un ambiente que favorezca un ambiente creativo y que, a través del uso de herramientas para fomentar la creatividad, los alumnos favorezcan su pensamiento creativo en los proyectos de ingeniería que elijan para dedicarse a lo largo de su carrera.

La creatividad, dadas las características del mundo del trabajo y la sociedad actual (complejidad, incertidumbre, turbulencia cambio, progreso y competición), se convierte en un fenómeno dinámico, complejo y multifacético; su expresión depende de los factores del individuo, de los estilos de pensamiento, de la manera en que se aborda la resolución de problemas, de los rasgos de personalidad, de la motivación (intrínseca y/o extrínseca), y de las condiciones favorables en los ambientes escolares, familiares y laborales. La creatividad puede convertirse en el recurso más valioso del que disponen docentes y alumnos para lidiar con los desafíos que acompañan nuestra época (Soriano de Alencar, 1999).

Algunas investigaciones acerca de la cultura creativa y generación de ambientes creativos han permitido identificar algunas áreas claves, en las cuales, las compañías (educativas y laborales) pueden enfocarse, no sólo en desarrollar un ambiente para que su personal sea creativo, sino en motivar que las ideas de su personal puedan ser valoradas como contribuciones para el éxito de toda una organización. "Si una compañía quiere ser más creativa, en lugar de sólo alentar a las personas o enseñarles herramientas, entonces puede ser que la mejor manera sea desarrollar un clima organizacional. En lugar de decirles a las plantas que crezcan, se trata de abonar la tierra en la cual puedan convertirse en todo lo que sean capaces" (CreatingMinds, ¶ 2).

En el contexto educativo, el compromiso de la escuela relacionado con la formación de individuos responsables consigo mismos, con la sociedad y con su devenir, involucra fortalecer las oportunidades para su desarrollo y una participación creativa y constante en la construcción del presente y el futuro. Para Marín (1984, en González Quitián, 1999) educar es preparar para una edificación permanente (para el instante de hoy y la conjetura del mañana): forjando un hombre resolutivo, configurador, seguro y audaz ante los desafíos de la vida.

Soriano de Alencar (1999) traza algunos caminos posibles para la creatividad dentro del aula sugiriendo a los docentes recordar que:

- Los alumnos expresan más plenamente sus habilidades creativas cuando las actividades que realizan les dan placer.
- Es importante que no se restrinja a ejercicios y actividades que posibiliten una sólo respuesta como correcta.
  - Se deben valorizar las ideas originales de los alumnos.
  - Se les debe enseñar a revisar, revisar y refinar ideas creativas.
  - Debe incentivarse a que los alumnos presenten y defiendan sus ideas.
  - Destaque lo mejor que cada alumno tiene e infórmeles sobre sus "puntos fuertes".
  - Desarrolle actividades que requieran del alumno iniciativa e independencia.
  - Diversifique las metodologías de enseñanza utilizadas en clase.
  - Promueva un ambiente de respeto y aceptación por las ideas de los alumnos.

En este estudio, enfocado a los estudiantes de nuevo ingreso de ingeniería, se analiza el ambiente educativo, es decir, las estrategias a seguir para hacer de la clase un ambiente creativo a partir de las características de los grupos de alumnos.

### 1.2 Problema de investigación

Si el aula se convierte en un ambiente que favorece un ambiente creativo y se usan herramientas para fomentar la creatividad del alumno de las diversas áreas de la ingeniería, entonces, el alumno va favoreciendo su pensamiento creativo.

Pregunta de investigación:

¿El uso de herramientas que fomenten la creatividad desde que los alumnos están en los primeros semestres de su formación profesional facilita que desarrollen una cultura creativa?

### 1.3 Objetivos de la investigación

- Documentar la experiencia de los alumnos de Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero Mecánico Electricista (IME) e Ingeniero en Mecatrónica (IMT) recién ingresados en la clase Introducción a la ingeniería.
- Establecer las condiciones para que el aula se convierta en un ambiente que favorezca el pensamiento creativo de los alumnos.
- Medir con algún instrumento de investigación la creatividad de este grupo de alumnos para realizar un estudio longitudinal que fije las características de los alumnos y que permita seguir registrando su avance con el paso de la carrera.

### 1.4 Fundamentación de la investigación

Esta investigación pretende documentar un primer acercamiento de un estudio longitudinal estableciendo una panorámica de las características de los alumnos de nuevo ingreso en la materia de Introducción a la ingeniería desde la perspectiva de estilos de aprendizaje (VARK), la indagación de un perfil autodirigido (CIPA) y las características del pensamiento creativo y el comportamiento creador (Test de creatividad).

Los instrumentos de medición que se establecen en esta investigación buscan apoyar que investigaciones posteriores puedan registrar el avance del pensamiento creativo de los alumnos que tienen como tarea, a lo largo de su carrera, desarrollar proyectos de ingeniería para el SXXI.

Antes de iniciar este estudio los grupos estaban ya divididos en dos: un grupo experimental formado por tres grupos que llevan la materia de Introducción a la ingeniería con un proyecto piloto de TRIZ y un grupo control integrado por tres grupos que llevan la materia en forma tradicional.

### 1.5 Limitaciones de la investigación

El estudio se aplicará solamente a dos grupos diferentes: el grupo experimental (formado por tres grupos piloto) y el grupo de control (formado por tres grupos que llevan la clase de introducción a la ingeniería de forma tradicional).

Las pruebas de creatividad que se aplicarán (Cuestionario de Estilos de Aprendizaje VARK, Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido CIPA y Test de Creatividad) serán a corto plazo, pues no se dispone del tiempo suficiente para realizar un estudio longitudinal que contemple evaluar la creatividad de los alumnos a lo largo de su carrera.

## Capítulo 2.

### Marco teórico referencial

#### 2.1 Antecedentes: Definiciones para la creatividad

La creatividad es una especie de rompecabezas, una paradoja para algunos, un misterio para otros. Es sorprendente las múltiples definiciones que pueden encontrarse de creatividad, tantas, como puntos de vista y posibles posiciones teóricas. Saturnino de la Torre (2004) expresa la encrucijada polisémica que representa la creatividad de la siguiente manera: “si definir es rodear un campo de ideas con una valla de palabras, creatividad sería como un océano de ideas desbordado por un continente de palabras” (p. 56).

Boden (1994) menciona que si tomáramos seriamente la definición de un diccionario sobre la creación (“traer a ser o formar algo de la nada”, p. 75) la creatividad no sólo estaría lejos de un posible entendimiento científico, sino sería imposible comprenderla. Por tal motivo, nos explica la autora, es sorprendente que algunas personas tengan un concepto de creatividad relacionado con la inspiración divina o con una intuición romántica. El campo científico evita las definiciones románticas y obscurantistas de la creatividad y prefiere establecerla como la combinación de ideas originales o novedosas con ideas ya conocidas. En un sentido metafórico, la creatividad “es mirar donde otros ya han mirado y ver lo que ellos no han visto” (De la Torre, 2004).

Decir que una idea es creativa es enfatizar, tanto su novedad, como su cualidad de ser interesante. Boden (1994) puntualiza que, para que algo resulte interesante en algún campo de estudio, será necesario que sea avalado por profesionales como los críticos literarios, los historiadores del arte y la tecnología, los filósofos de la ciencia, etc.

Autores como Charles H. Vervalin (en Davis y Scott, 1992) definen la creatividad como un proceso que incluye presentarle a la mente un problema conciso que pueda ser visualizado, imaginado, meditado, contemplado, etc., para después poder generar ideas, conceptos, nociones o “esquemas según líneas nuevas o no convencionales” (p. 19). Más que acción, la creatividad para Vervalin, supone un proceso de estudio y reflexión en el que las personas deben lograr descubrir alguna combinación y/o aplicación hasta entonces desconocida para



ellas. En conclusión, la creatividad resulta de las combinaciones de procesos y/o atributos que son novedosos para el autor.

A pesar de las múltiples definiciones de creatividad, De la Torre (2004) considera que puede ser abordada desde tres ángulos de un mismo proceso: la persona-producto, proceso e interacción de la persona con el medio. Un primer ángulo para entender la creatividad sería considerar tener ideas propias y ser capaces de comunicarlas (proceso creativo de elaboración), pero, ¿cuál es el origen de estas ideas?, para De la Torre (2004) el origen es la transformación. Por tal motivo la creatividad se define, desde otro ángulo, como un proceso de transformación personal de información o medio. Finalmente, desde un tercer ángulo, se analiza la forma en que ocurre este proceso de transformación mediante la interacción persona-medio: las aptitudes, los intereses, las motivaciones, etc. (condiciones intrínsecas), interactúan con las condiciones ambientales y situacionales, las influencias sociales como la familia y la educación (condiciones extrínsecas).

### 2.1.1 Creatividad y supervivencia

En todos los tiempos y en todas las épocas los hombres se han esforzado para demostrar que en su dimensión de espacio y tiempo pueden generarse cosas a través de la creatividad. Por lo tanto, la creatividad es una constante en la historia humana, se ha hecho presente cada vez que las ideas se ponen en juego, cada vez que algo se descubre, se inventa, se conquista, etc. Riado, Robinson y Zaiter (2004) mencionan a la creatividad como una energía que lucha, arremete y pone su fuerza dirigida al “orden del juego vital”; esta energía busca ganar, triunfar y encontrar caminos nuevos que nos sobrepongan de las circunstancias (¶ 21). Para estos autores, la permanencia de la creatividad a través del tiempo ha logrado que el hombre identifique e incremente todas sus potencialidades, capacidades y habilidades que (heredadas y/o aprendidas) le permitan materializar su expresión y creación: cuando el hombre logra integrar sus conocimientos previos con los que desea adquirir y/o desarrollar se ponen a prueba sus ideas e inspiración, provocando el salto creativo que lo acerca a descubrirse a sí mismo.

### 2.1.2 La psicología del descubrimiento y la invención

Para Csikszentmihalyi (1998) la creatividad que cambia algún aspecto de la cultura es más un fenómeno sistémico que individual; pues, para tener algún efecto cultural: primero, debe asegurarse que las ideas son expresadas en términos comprensibles para otros, segundo, las ideas deben ser aceptadas por aquellos considerados expertos del ámbito y tercero, las ideas deben incluirse en el campo cultural al que pertenecen.

Una de las primeras preguntas que este autor se hace referente a la creatividad es: ¿en dónde está la creatividad?; encontrando, como respuesta más razonable, que la creatividad se encuentra en las interacciones de un sistema que pueden observarse.

Csikszentmihalyi (1998) describe que este modelo de sistemas de interacciones está formado por tres partes fundamentales:

a) *el campo* (“serie de reglas y procedimientos simbólicos”, p. 46) ubicado habitualmente en el conocimiento simbólico que comparte una sociedad en particular, lo que también llamamos cultura; como ejemplo de un campo considera a las matemáticas, al álgebra, a la teoría numérica, etc.; b) otro componente, *el ámbito*, incluye a los individuos que permiten el acceso al campo, teniendo como cometido decidir si las ideas y/o nuevos productos pueden ser incluidos en el campo; c) el tercer componente del sistema creativo es identificado como la *persona individual*, quién, utilizando símbolos de algún dominio ( música, ingeniería, matemáticas, etc.) logra tener una idea novedosa que puede ser seleccionada por el ámbito que le corresponde para incluirse en algún campo oportuno.

Una de las hipótesis que defiende Csikszentmihalyi en relación a la creatividad y su capacidad de reconstruirse a lo largo del tiempo es: “si la creatividad es algo más que intuición individual, y es co-creada por campos, ámbitos y personas, entonces la creatividad se puede construir y reconstruir varias veces a lo largo del curso de la historia” (1998, pp. 48-49). El grado de creatividad que está presente en determinado lugar y tiempo esta relacionado directamente con el modelo de sistemas: es una suma de la creatividad individual, la disposición de reconocimiento por parte de los campos y los ámbitos y la difusión que se dé a las ideas y/o productos innovadores.

El ambiente es determinante para cualquier mente, por más abstracta que ésta sea. No hay inmunidad frente al entorno, cuando los sentidos reciben información del exterior es imposible que no sean afectados. Sin embargo, el marco espaciotemporal en el que trabajan, estudian, y conviven las personas muchas veces es ignorado, por consecuencia, muchas personas creativas pasan inadvertidas. Las atmósferas y entornos que facilitan la creación se crean independientemente del lujo o de la austeridad; ejerciendo una atracción intrínseca como centros de actividad vital.

Para Csikszentmihalyi existe un lugar oportuno que se construye a través de una ecología simbólica que da espacio a la creatividad (Vázquez y González, 2004).

Muchas culturas comparten la creencia de que el entorno físico tiene una fuerte influencia sobre nuestros sentimientos y pensamientos. Csikszentmihalyi menciona:

Los sabios chinos escogían escribir su poesía en delicados pabellones aislados o miradores escarpados, los brahmanes hindúes se retiraban a la jungla para descubrir la realidad escondida tras las ilusorias apariencias. En muchos países europeos, los monjes cristianos seleccionaron con tanto acierto los parajes naturales más hermosos, que, como resultado inevitable, en toda colina o llanura particularmente digna de verse ha de haber un convento o un monasterio (1988, p. 165).

La relación entre la creatividad y el entorno físico no es una simple casualidad: las personas que tienen sus mentes preparadas en algún o algunos campos del conocimiento son capaces de aprovechar las características del entorno (su belleza, su tranquilidad, su seguridad, etc.) estableciendo conexiones nuevas entre sus ideas y encontrando nuevas perspectivas a los temas que están trabajando. Csikszentmihalyi (1988) enfatiza que es esencial tener una mente preparada pues, aunque las personas se pongan en contacto con el entorno, si no tienen alguna necesidad de responder a una pregunta sentida ni tampoco cuentan con destrezas simbólicas para poder responder a esa pregunta, lo más probable es que no se logre algo realmente interesante.

Saturnino De La Torre (1997, en González Quitán, s/f) establece que un ser innovador y creativo debe de tener una formación inscrita en cuatro dimensiones producto del: juego del ser, el saber, el hacer y el querer. El *ser* y el *hacer* se combinan proporcionando

autodeterminación y desarrollando habilidades personales y sociales; el *ser* y el *querer* determinan la formación necesaria para el cambio y la creatividad; el *hacer* y el *saber* se combinan ofreciendo una dotación de instrumental y de estrategias cognoscitivas; el *querer* y el *saber* proporcionan competencias profesionales (direccionamientos). González Quitían (sección Tendencias, ¶ 35) menciona que la formación escolar que hemos tenido tiende más a enfatizar el saber y el hacer (el saber-hacer) pero se necesitan fortalecer también otros procesos del desarrollo de la “dimensión afectiva y volitiva”, lo que significa fortalecer campos como la afectividad, la inteligencia emocional y la voluntad.

Saturnino De La Torre es un pedagogo que investiga sobre la creatividad y plantea el valor pedagógico que tiene el medio: presenta oportunidades educativas de observación, reflexión y aplicación pues se convierte en un escenario a disposición del sujeto.

En el contexto educativo, el aula es el escenario que tienen a disposición los docentes y los alumnos, es el centro de encuentro para la construcción de saberes. En base a la investigación de Vázquez y González (2004) sobre la creatividad, ambiente y aula en la educación superior podemos enumerar que, investigar el escenario que presenta el aula escolar en relación a sus posibilidades para fomentar un ambiente creativo puede ayudar a:

- \* Determinar la incidencia del ambiente integral del aula universitaria, sobre el desarrollo de la creatividad y la capacidad para la resolución creativa de problemas, por parte de estudiantes universitarios de nuevo ingreso.

- \* Innovar la práctica educativa, pedagógica y didáctica en educación superior al interior del aula universitaria, a través de la incorporación significativa de los ambientes.

- \* Determinar los niveles de desarrollo de la creatividad en estudiantes universitarios de nuevo ingreso, a través de los indicadores de originalidad, fluidez, flexibilidad, recursividad y elaboración.

- \* Determinar los niveles de desarrollo de la capacidad de resolución creativa de problemas, en estudiantes universitarios de nuevo ingreso, a través de los indicadores de originalidad, fluidez, flexibilidad, recursividad y elaboración en el proceso de formulación y resolución.

- \* Establecer la correlación existente entre el desarrollo de la creatividad y la capacidad de solución creativa de problemas en los estudiantes universitarios de nuevo ingreso.

- \* Crear y Apropiar un modelo de aula integral desde los ambientes psicosocial, didáctico y físico, para desarrollar en estudiantes universitarios de nuevo ingreso, la creatividad y la capacidad de resolución creativa de problemas.

### 2.1.3 El pensamiento creativo en el contexto de la evolución humana.

En un mundo sin creatividad nuestras acciones estarían guiadas exclusivamente por la información que contienen nuestros genes, lo que lograríamos aprender durante nuestra vida se terminaría con nuestra muerte, no habría legados culturales. El lenguaje no existiría, mucho menos las canciones, las herramientas, las ideas relacionadas al amor, a la libertad, a la democracia. Nuestra existencia sería tan miserable y mecánica que no provocaría alguna motivación para participar de ella. Esta es la visión que Csikszentmihalyi (1998) nos comparte para que reflexionemos en la relevancia de estudiar y promover la creatividad en todos los campos del conocimiento, y en cada dimensión de tiempo y espacio. El autor menciona que, para vivir en un mundo considerado de tipo humano, ha sido necesario que algunas personas rompieran con atrevimiento el servilismo ante la tradición; que registraran cada idea y procedimiento de mejora y, finalmente, que encontraran maneras de lograr transmitir el conocimiento generado a las nuevas generaciones.

### 2.1.4 El pensamiento creativo

Entre 1950 y 1967 el psicólogo americano Joy Paul Guilford logró distinguir entre el pensamiento convergente y el divergente. El pensamiento convergente sustenta la existencia de una única solución correcta para cada problema, esto se logra basándonos en nuestros conocimientos previos y ordenando nuestra información de una manera lógica. En cambio, el pensamiento divergente considera que múltiples opciones y múltiples respuestas pueden ser todas correctas (según la perspectiva desde la que se les mire). El pensamiento divergente atiende mejor a criterios como la originalidad, la inventiva, y la flexibilidad.

Tanto los primeros estudios de Guilford como los descubrimientos de Sperry (1974) encontraron un punto de unión. Sperry, neurólogo de profesión, recibió en 1981 el premio Nóbel de Medicina por sus descubrimientos relacionados con el funcionamiento del cerebro: los hemisferios cerebrales se reparten las tareas pues no procesan las mismas informaciones; el hemisferio izquierdo interviene en aspectos de comunicación, analizando la información que es escuchada, así como el lenguaje escrito y corporal. El hemisferio izquierdo trabaja de forma lógica y racional y está relacionado con el pensamiento convergente que Guilford propuso. El procesamiento de las informaciones no verbales se lleva a cabo en el hemisferio derecho;

interesado en imágenes, sensaciones, emociones e informaciones espaciales, da lugar al pensamiento divergente capaz de procesar ocurrencias, fantasías e intuiciones (Alcahud López y Morcillo, 2005).

Cuadro 1  
Clases de pensamiento y funciones de los hemisferios cerebrales

Pensamiento lógico	Pensamiento creativo
<p><b>Pensamiento convergente</b> (Guilford, 1967): Los tests del Cociente de Inteligencia (CI) ponen a prueba el pensamiento convergente. Se trata de buscar, con ayuda de la lógica, una solución que pueda comprobarse, inequívocamente, que es correcta o falsa.</p> <p>El pensamiento convergente trabaja de forma lógica, coherente, analítica y racional y se fija en los detalles.</p> <p><b>Pensamiento vertical</b> (De Bono, 1967): Se caracteriza por el análisis y el razonamiento. La información se usa con su valor intrínseco para llegar a una solución mediante su inclusión en modelos existentes.</p>	<p><b>Pensamiento holístico</b> (Smuts, 1927): Permite considerar las distintas situaciones y oportunidades como un todo. Las uniones son dinámicas, evolutivas, creativas y tienden hacia niveles de complejidad y de integración cada vez más elevados.</p> <p><b>Pensamiento divergente</b> (Guilford, 1967): Se siguen caminos que van en diferentes direcciones. En la solución del problema se cambia de dirección en el momento en que sea necesario, llegando así a respuestas múltiples que pueden ser todas correctas y adecuadas.</p> <p>El pensamiento divergente procesa ocurrencias, fantasías e intuiciones. Suscita la curiosidad, experimentación, asunción de riesgos, flexibilidad mental, pensamiento metafórico, sentido artístico.</p> <p><b>Pensamiento lateral</b> (De Bono, 1967): Cualquier modo de mirar el mundo es sólo uno entre muchos.</p> <p><b>Pensamiento paralelo</b> (De Bono, 1986): Método para organizar el pensamiento divergente y las reuniones.</p> <p><b>Pensamiento irradiante</b> (Buzan, 2002): Tiene como objetivo dotar a las personas de unas herramientas para maximizar su capacidad intelectual. Cada información que accede al cerebro (sensación, recuerdo, etc.) se puede representar como una esfera central de donde irradian innumerables enlaces de información. La pauta de pensamiento es como una gigantesca máquina de asociaciones ramificadas a partir de la cual se irradia un número infinito de nodos de datos que reflejan la estructura de redes neuronales que conforman el cerebro humano.</p> <p>Se trata de maximizar las habilidades cerebrales de cada persona para aplicarlas en el terreno profesional o personal y generar creatividad e innovación.</p>
Hemisferio izquierdo	Hemisferio derecho
<p>Procesa la información oída, la escrita y el lenguaje corporal (Sperry, 1974).</p>	<p>Procesa la información no verbal, las imágenes, las melodías, las entonaciones así como las informaciones espaciales (Sperry, 1974).</p>

Fuente: Alcahud López y Morcillo (2005).

Si la creatividad tiene que ver con una capacidad para pensar más allá de ideas admitidas, entonces, ésta se relaciona con el pensamiento divergente y con el hemisferio derecho del cerebro; como resultado se obtiene una creatividad útil sólo cuando entra en acción una inteligencia cultural que dirige el comportamiento (Stenberg, 1988, en Alcahud López y Morcillo, 2005). En otras palabras, la creatividad se materializa en soluciones prácticas cuando las innovaciones satisfacen a las necesidades sociales (lo cual se logra con la activación del pensamiento convergente, hemisferio izquierdo). Los dos hemisferios, interconectados por el cuerpo calloso son, cada uno, especializado: del derecho podrán surgir innovaciones producto de la creatividad personal, mientras que del izquierdo emergerá la innovación tras un razonamiento estructurado y lógico, listo para satisfacer alguna necesidad en especial.

Lo que realmente posibilita el avance de una sociedad son las innovaciones. Autores como Buzan (1974 en Alcahud López y Morcillo, 2005) establecen que no existen herramientas específicamente convergente o divergentes; Buzan propone una actividad, el mapa mental, que estimula al mismo tiempo lógica y fantasía. A través de un mapa mental se puede viajar accionando los dos hemisferios, para la obtención de resultados prácticos, siguiendo ocho pasos: la concentración, la iluminación, la liberación, el pensamiento rápido, la ruptura de problemas, el rechazo a los juicios, la continuación del movimiento y la libertad de organización.

Las características del pensamiento y el comportamiento creador han sido identificadas por diferentes autores, a continuación se citan algunos ejemplos del libro de Novaes, *Psicología de la Aptitud Creadora* (1979, en González Quitian, s/f, *Conferencia vivencial: Indicadores del Talento creativo*, pp.4-5):

La conducta creativa para Kneller, se fundamenta por ejemplo en las siguientes características:

- Perceptividad a los estímulos del medio
- Facilidad de concentración
- Capacidad de imaginación y juicio
- Espíritu de investigación y curiosidad
- Uso adecuado y provechoso de los errores
- Amplitud y fertilidad de enfoques
- Sumisión a la obra de creación

Kneller así mismo recogiendo las conclusiones de diversos autores acerca de los lineamientos de la personalidad creadora, destaca once factores determinantes para la Creatividad;



1. Inteligencia superior (coeficiente superior a la media)
2. Apertura a la percepción (sensibilidad ante el medio)
3. Fluidez mental (capacidad para crear más ideas de lo común)
4. Flexibilidad (permeabilidad a variados enfoques)
5. Originalidad (capacidad de crear algo nuevo)
6. Elaboración (capacidad para llevar a cabo las ideas)
7. Persistencia y dedicación (capacidad de empeño para el logro)
8. Agilidad asociativa (capacidad para relacionar)
9. Espontaneidad (capacidad para reaccionar en el desacuerdo)
10. Inconformismo (deseo de hallar algo nuevo)
11. Autoconfianza (seguridad en sí mismo y convicción).

Barron, distingue como características de la persona creativa:

- Capacidad de improvisaciones e iniciativa
- Fluidez de ideas y palabras
- Energía psíquica y poder mental
- Facilidad de integración de los estímulos
- Interés por los problemas fundamentales

Mackinnon, establece las siguientes características:

- Autoconfianza y voluntad
- Reconocimiento y expresión de la experiencia interna
- Renovación y adaptación a la realidad
- Persistencia en las actividades
- Evaluación y elaboración de ideas originales

Taylor, señala como características creativas las siguientes:

- Curiosidad intelectual
- Habilidad para estructurar ideas
- Independencia de pensamiento
- Aceptación de sí mismo
- Capacidad de imaginación
- Espíritu de humor
- Ingeniosidad e inventiva

Lowenfeld, determina como rasgos básicos los siguientes:

- Habilidad para percibir y tratar problemas
- Rapidez para producir ideas
- Flexibilidad de pensamiento
- Originalidad
- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad para reorganizar experiencias
- Mayor aceptación de sí mismo y la realidad.

## 2.2 Medición de la creatividad

Para estudiar y desarrollar la creatividad, Guilford concluye que: es necesario que el pensamiento se lleve “más allá de los límites de la inteligencia y para determinar los instrumentos que la miden, se deben establecer relaciones que impliquen aptitudes no solamente intelectuales, partiendo, de la red inicial planteada por él” (Novaes, 1979, en González Quitian, s/f, *Conferencia vivencial: Indicadores del Talento creativo*, p.4).

Arthur J Cropley (2000), maestro universitario y escritor (recibió en 1997 el reconocimiento *Creativity Award of the World Council for Gifted and Talented Children*), menciona que los tests relacionados con la creatividad miden procesos cognitivos específicos, por ejemplo, el pensamiento divergente, las asociaciones, la construcción y combinación de ambas categorías, o el trabajo simultáneo de varias ideas. Otros tests miden aspectos no cognitivos como la motivación (deseo de reconocimiento, toma de riesgos, etc.) y las cualidades personales como la flexibilidad, la tolerancia o las actitudes personales frente a la diferencia. Los test también pueden correlacionarse de manera razonable con varios criterios de creatividad tales como el grado o clasificación del maestro, y pueden convertirse en útiles predicciones del comportamiento adulto. Hasta ahora, han sido útiles tanto en la investigación como en la educación; sin embargo, son mejores para medir el potencial creativo pues el aprovechamiento creativo depende más de factores que no miden los test de creatividad como las habilidades técnicas, los conocimientos del campo, la salud mental, y hasta la oportunidad. De esta manera, el concepto multidimensional de la creatividad indica que las tareas deben ser basadas en múltiples pruebas, más que basarse en un solo resultado.

"...no podemos enseñar a alguien a ser creativo. Sólo podemos crear un ambiente en el que los estudiantes encuentren posible que se enseñen a sí mismos a ser creativos. (...) el pensamiento es realizar conexiones nuevas y diferentes. Esto no se aleja demasiado de la noción de Charles Sperman que presentó en *Creative Mind* (1930) en la que el pensamiento creativo sucede cuando a partir de la conjunción de dos o más relaciones emerge una nueva relación. La comunidad de investigación es una matriz social que genera relaciones sociales y en la que se producen una variedad de matrices cognitivas que generan nuevas relaciones cognitivas." (Lipman, 1997, p.147)

Se sabe que la influencia de un ambiente ha sido siempre fuerte sobre los individuos y los grupos. Y seguramente existen ambientes más creativos que otros. Hay ambientes que estimulan del mismo modo que otros bloquean o inhiben la creatividad. Podemos comprender que, dentro de la propuesta de Lipman, el aula vivida como una comunidad de investigación es un ambiente que genera creatividad, considerando la cita anterior (Sátiro, s/f).

### 2.2.1. La creatividad y el aprendizaje

Ballester (2002) menciona que una de las potencialidades más importantes de la humanidad es la creatividad. El campo de la imaginación, el campo de la inventiva, la divergencia y flexibilidad que puede aplicar un docente en su aula resulta una potencialidad insustituible. El pensamiento creativo del docente favorece al diseño de una metodología de enseñanza-aprendizaje abierta y activa que incrementa la creatividad y el aprendizaje de sus pupilos.

En las prácticas educativas en donde interviene la creatividad se desarrolla un trabajo activo y abierto, consecuencia de la combinación entre los conceptos preexistentes del profesorado y la búsqueda de soluciones fuera de la norma (pensamiento divergente). Las distintas maneras de ver y abordar una misma cuestión hacen que las posibles salidas sean diversificadas. Desde diferentes puntos de vista, el profesorado utiliza el pensamiento divergente permitiendo que las actividades escolares tengan resultados que pueden catalogarse como novedosos y originales. Buscar diferentes soluciones a cuestiones didácticas, sin conformarse con la primera solución, es reconocer que el pensamiento unidireccional limita y cierra posibilidades a la creatividad. Ballester (2002) propone que, a partir de procesos de pensamiento reflexivo del profesorado, “en torno a los diferentes puntos de vista, a partir del pensamiento creativo y flexible, se llega a la consideración de que las actividades escolares se pueden hacer de muchas maneras a partir del pensamiento divergente viendo las cosas de otra manera” (p. 62).

Dentro de las aulas, algunas veces es necesario contar con materiales o ideas diferentes para conseguir resultados óptimos: ya sea que se multiplique, se divida, se corte, se reparta, se den más respuestas a una pregunta, se dividan o combinen las partes de una realidad, todos estos son ejercicios de búsqueda de soluciones. Para Ballester (2002) la creatividad esta relacionada con la imaginación, la inventiva, la inteligencia, la divergencia, la ensoñación, el pensamiento lateral, el punto de vista, lo insólito, la curiosidad, lo nuevo, lo diferente, la fluidez, el establecimiento de asociaciones, la innovación, la sensibilidad a los problemas, el análisis, la síntesis, la comunicación, etc.

Existe cierto acuerdo sobre que los métodos activos y abiertos de aprendizaje contribuyen al desarrollo de un espíritu investigador en el alumnado. Aplicar las variables cognitivas que favorecen a la resolución creativa de problemas (autonomía, curiosidad, originalidad, iniciativa, experiencias personales, etc.) permitirá que los alumnos se muestren motivados tanto en adquirir como en aplicar el conocimiento (Amegan, 1993, en Ballester, 2002).

El pensamiento creativo, directamente relacionado con la inteligencia, incrementa el aprendizaje e inteligencia del alumnado. Para confeccionar producciones creativas podemos preguntarnos las siguientes cuestiones (Amegan, 1993, en Ballester, 2002):

- ¿Qué otro uso podemos dar?
- ¿Cómo modificar?
- ¿Cómo agrandar?
- ¿Cómo reducir?
- ¿Cómo alargar?
- ¿Cómo multiplicar?
- ¿Cómo emplear varias veces?

La escuela tiene un objetivo importante, la formación de personas en ciudadanos. Estos ciudadanos deben tener la capacidad de pensar y crear ante las situaciones de vida que enfrenten dentro y fuera de las aulas. Una escuela activa, creativa y lúdica, puede optimizar las situaciones de enseñanza-aprendizaje tomando como base el pensamiento divergente del profesorado y de los alumnos. La finalidad es que las propuestas escolares dejen de ser unidireccionales y sean más flexibles y plásticas (moldeables).

Algunos elementos que pueden obstaculizar la creatividad son el conformismo, las actitudes autoritarias en el aula, el miedo al ridículo, la rigidez de pensamiento, la intolerancia a actitudes lúdicas, etc. (Ballester, 2002).

Cuando se trabaja la creatividad en el aula se obtienen variadas ventajas como: se incrementa la autoestima del profesorado, se evita la sobrecarga laboral (exceso de trabajo y pocos resultados), se elimina el estrés de alumnos y maestros, se incrementa la visión positiva de la escuela, el clima del aula mejora sensiblemente, el comportamiento de los alumnos también mejora, se optimiza la comunicación del maestro y sus alumnos, etc. (Ballester, 2002).

En una entrevista realizada al profesor Mauro Rodríguez (Master Internacional de Creatividad Aplicada Total y uno de los mayores promotores de la creatividad en Iberoamérica desde 1975) se le cuestiona sobre la formación actual en creatividad a lo que él responde:

Veo que en los sistemas escolares de muchos países casi no se cultiva la creatividad. Es demasiado el peso de los modelos tradicionales que privilegian el enseñar (del maestro) sobre el aprender (del alumno). Hay que navegar duro contra corriente.

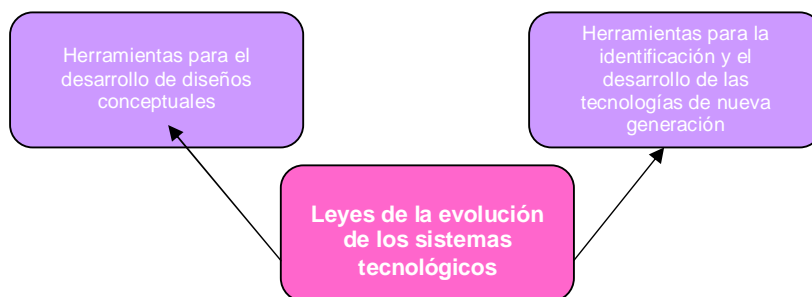
Hace falta motivar a los profesores, administradores escolares y planificadores de la educación. Hacerlos tomar conciencia de que hay que remodelar las actividades escolares y el concepto mismo de la escuela: que deje de ser el lugar en donde se enseñan los conocimientos ya existentes.

Por fortuna, ya hay muchas instituciones que quieren entrar en las nuevas perspectivas (Instituto Avanzado Creatividad Aplicada Total, IACAT, 2001).

### 2.2.2. Teoría de Resolución Inventiva de Problemas (TRIZ)

Creado por Genrich Altshuller en 1946, el TRIZ es un proceso (basado en la ciencia) utilizado como herramienta en la resolución de contradicciones en sistemas teóricos. “Lo hace mediante la predicción de la evolución de los sistemas basada en una base de datos de comportamientos que muestra contradicciones pasadas o similares” (González, 2002, p.1). Inicialmente, el TRIZ fue utilizado de manera exclusiva en el espacio Soviético y en la defensa de las industrias proporcionando a los ingenieros maneras efectivas para enfrentar los retos tecnológicos. Actualmente el TRIZ es utilizado por muchos líderes de corporaciones del continente Americano para incrementar su competitividad global.

Altshuller descubrió, después de un extensivo análisis de miles de innovaciones exitosas, que la evolución de la tecnología comprendía (aparentemente) pasos casuales o azarosos; sin embargo, la evolución tecnológica a largo plazo repetía ciertos patrones. La aplicación de estos patrones permite el desarrollo sistemático de la nueva generación de tecnologías y productos. En otras palabras, el TRIZ tiene como premisa que la evolución de los sistemas tecnológicos es gobernada por ciertas leyes que permiten anticipar los pasos de la evolución de sistemas tecnológicos y ayudar a diseñar sistemas más eficientes de resolución de problemas (TRIZ Group, 2005).



*Figura 1:* Generando poderosas fuerzas de innovación.

La herramienta principal de resolución de problemas utilizada por el TRIZ es el algoritmo para la solución inventiva de problemas (ARIZ). La importancia del ARIZ es que, a diferencia de un acercamiento tradicional a la resolución de problemas, provee mecanismos específicos para el desarrollo de sistemas tecnológicos. El TRIZ asume que el grado de dificultad de un problema depende de la manera en que es formulado; entre más claramente se formule el problema, llegar a su solución será más sencillo.

En la Teoría de Resolución Inventiva de Problemas (TRIZ) se establece un proceso (en cadena) en el cual se reformula el problema inicial hasta que esté lo suficientemente bien clarificado. El ARIZ es el grupo de procesos lógicos para reinterpretar el problema inicial a través de reformulaciones consecutivas. Resolver un problema utilizando el ARIZ involucra empezar con una definición inicial del problema formulada por la siguiente regla: "todo en el sistema se mantiene sin cambio, pero la función requerida es realizada" (Fey y Rivin, 1996, p. 5). El siguiente paso en la formulación es simplificar el esquema de conflicto y, posteriormente, se considera el material y los recursos de energía disponibles.

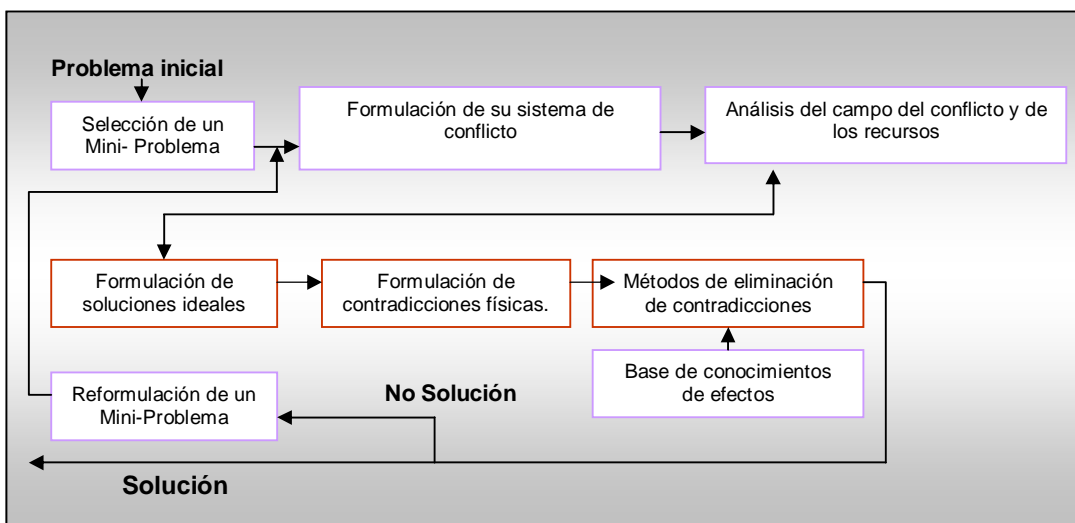


Figura 2: TRIZ: Un nuevo acercamiento a la ingeniería innovadora y solución de problemas.

Dentro de las consideraciones de aplicación, González (2002) menciona que el “TRIZ se aplica mejor a problemas cuyo diseño o rendimiento son de larga duración y que aparentan mostrar contradicciones. TRIZ se recomienda para personas lógicas y analíticas, y es muy efectivo en ayudar a ingenieros y personal administrativo a pensar más creativamente. TRIZ requiere conocimiento de física, entrenamiento considerable y práctica para proporcionar la eficiencia adecuada” (p1).

La práctica de TRIZ permite:

- Simplificar técnicamente los productos y los procesos, ganando en costes, fiabilidad y vida media. La mejor máquina es la que no existe pero sus funciones siguen dando servicio.
- Resolver conflictos y contradicciones técnicas sin necesidad de soluciones intermedias ni de optimización del compromiso.
- Concebir de forma rápida, las próximas generaciones de productos y procesos. Reducir el ciclo de desarrollo partiendo inicialmente de un concepto correcto.

TRIZ ayuda a técnicos de diseño, de calidad, de I+D, de oficina técnica, de fabricación,... en cuatro aspectos:

- Resuelve los conflictos técnicos (cuando la mejora de un parámetro o componente de un sistema, conlleva la penalización de otro), aplicando principios de invención estandarizados. TRIZ evita llegar a soluciones intermedias o de optimización del compromiso.
- Conduce hacia el conocimiento científico y técnico, necesarios para resolver el problema. En muchas situaciones la dificultad del problema estriba en que la solución está fuera del campo de especialidad del técnico, de la empresa, del sector, o incluso de la industria en general.

- Es una excelente herramienta para la previsión tecnológica. Esto es, dada una necesidad funcional cualquiera, TRIZ predice con detalle, un abanico de diseños novedosos que satisfarán la función.
- Las soluciones obtenidas son en muchos casos patentables, y la propia metodología ayuda a conseguir una mejor calidad en la cartera de patentes (TRIZ: Herramientas de productividad para sus necesidades de innovación).



## Capítulo 3.

### Metodología

#### 3.1 Diseño metodológico

El diseño de esta investigación es de tipo cuasi experimental pues los sujetos de estudio no han sido asignados al azar, son grupos intactos formados independientes al experimento (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 1991). Tanto el grupo control (formado por 51 sujetos) como el grupo piloto (formado por 64 sujetos), que cursan la materia de Introducción a la Ingeniería en el Campus Monterrey del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), estaban ya formados antes de esta investigación. Bisquerra (1989) menciona que los diseños cuasiexperimentales mantienen un control parcial aceptable que, junto a su validez externa, los hace adecuados para la investigación educativa.

#### 3.2 Contexto sociodemográfico

##### 3.2.1. El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)

Esta investigación se desarrolla dentro del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM, Campus Monterrey). El ITESM es una institución educativa de carácter privado que ofrece formación académica en los niveles medio superior y superior (incluido el posgrado) además de apoyar otros niveles de educación, capacitación, actualización y desarrollo de las personas. Actualmente cuenta con 33 campus en México y una Universidad Virtual con presencia nacional e internacional.

Hasta la fecha tiene más de 128 mil egresados de las carreras profesionales y más de 27 mil egresados de programas de posgrado. Su oferta educativa consta de 3 programas de preparatoria y 35 carreras profesionales, 6 especialidades, 51 maestrías y 10 doctorados, principalmente en áreas de administración, tecnología de información y electrónica, biotecnología, humanidades, ciencias sociales, ingeniería, medicina, agronomía y tecnología de alimentos. El Tecnológico de Monterrey tiene oficinas de enlace internacional en Barcelona, Beijing, Bratislava, Boston, Dallas, Friburgo, Hangzhou, Madrid, Montreal, París, Shanghai, Vancouver y Washington; y sedes para recibir programas a través de la Universidad Virtual en Bogotá, Caracas, Guayaquil, Lima,

Medellín, Miami, Panamá, Quito y Santiago, así como 16 sedes en distintos lugares de la República Mexicana, adicionalmente a las que tiene en cada uno de sus 33 campus (Tecnológico de Monterrey, 2005).

El Campus Monterrey del ITESM, en el que se desarrolla esta investigación, fue fundado el 6 de septiembre de 1943 por un grupo de empresarios encabezado por Don Eugenio Garza Sada. La visión original de fundar una institución educativa particular con el más alto nivel académico que compartía este grupo de empresarios se ha vuelto una realidad. Hoy en día, las áreas de conocimiento que se incluyen en el Tecnológico de Monterrey son la ingeniería, la arquitectura, la computación, el derecho, las humanidades, la medicina y la tecnología de alimentos. Se ofrecen más de 30 carreras profesionales, medio centenar de maestrías y casi una docena de doctorados (Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey).

El área de ingeniería ofrece las siguientes carreras profesionales: Ingeniero en Biotecnología (IBT), Ingeniero Agrónomo (IA), Ingeniero Civil (IC), Ingeniero en Mecatrónica (IMT), Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero en Industrias Alimentarias (IIA), Ingeniero Industrial y de Sistemas (IIS), Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero Mecánico Electricista (IME), Ingeniero Químico Administrador (IQA) e Ingeniero Químico y de Sistemas (IQS). En cada una de estas especialidades se forma a los alumnos en aspectos técnicos y sociales, además se les capacita para que sean capaces de proponer soluciones a problemas de su comunidad y se les habilita en el uso de la tecnología para ponerla al servicio del hombre y su desarrollo social.

### 3.2.2. Proyecto Piloto: TRIZ en Introducción a la Ingeniería (IMA-IME-IMT)

Dentro de las carreras de Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero Mecánico Electricista (IME) e Ingeniero en Mecatrónica (IMT), ofrecidas en el Tecnológico Monterrey (Campus Monterrey), se ha propuesto llevar un proyecto piloto de TRIZ en la materia Introducción a la Ingeniería. Esta materia es cursada por los alumnos de nuevo ingreso y parte de sus objetivos es el fomentar habilidades que le permitan al estudiante desarrollar proyectos innovadores durante toda su carrera.

En este semestre (agosto-diciembre/2005) se está planeando hacer 3 grupos pilotos para introducir a TRIZ. La primera hora de esos grupos pilotos será dedicada a TRIZ y en la segunda hora se recibirán a las visitas.

El objetivo fundamental es aprovechar este curso para introducir a los alumnos a herramientas de desarrollar la creatividad y la innovación con vista a enfrentar los grandes retos que tiene la ingeniería del siglo XXI.

Se invitará a una selección de empresas a ofrecer temas de reto que puedan convertirse en proyectos de carrera para aquellos alumnos que los seleccionen.

Fundamentalmente se utilizará la metodología TRIZ en el curso. Con ayuda de esta metodología se identificarán los retos y se trabajará en generar posibles direcciones de trabajo para enfrentarlos. Se identificará la posibilidad de que estos retos se conviertan en proyectos de carrera de los alumnos que muestren mayor motivación y se destaquen más en el curso.

Se negociará con las empresas participantes que ofrezcan apoyo con vista al desarrollo de los proyectos que se deriven de este proceso.

Un aspecto fundamental a destacar es el reto que se presenta ante la ingeniería del siglo XXI debido a los problemas de daños ecológicos y otros causados por tecnologías no sustentables. Esta situación obliga a los ingenieros del siglo XXI, a encontrar soluciones que no solo den respuesta a los problemas específicos, sino que también deben asegurar que la soluciones que apliquen sean también sustentables desde el punto de vista ambiental y social. Obviamente el grado de dificultad se incrementa por estas circunstancias y se requiere por tanto de metodologías estructuradas y eficientes para la búsqueda de soluciones con vista a esto se combinará el contenido TRIZ con el contenido CHRONOS (Dr. Noel León, correspondencia personal).

Forma de impartición:

Se impartirán en Team-teaching los cursos de IMA & IMTen la siguiente forma:

- IMT: Dr. Alejandro Manrique y Dr. Martín Bremer
- IMA: Ing. Luz María Lozano
- El curso de IME será impartido por el Ing. Eduardo González

Se impartirá con un enfoque de PBL con problemas seleccionados, los cuales serán tratados en clase.

Contenido TRIZ:

El contenido que se propone se basa en la experiencia previa realizada en la Pennsylvania State University por los Profesores Ogot Madara y Gül E. Okundan [1]. Al igual que en esa institución este contenido tendrá carácter de experiencia piloto, la cual será evaluada para su perfeccionamiento al concluir el semestre para pasar a siguientes etapas de expansión de esta experiencia a todos los cursos de ingeniería.

1. Introducción a TRIZ
2. Definición de Problemas
3. Conceptos de Idealidad y Resultado Final Ideal
4. Definición de Contradicciones Técnicas
5. Principios de Inventiva de Altshuller
6. Parámetros de Altshuller
7. Matriz de Contradicciones Técnicas
8. Contradicciones Físicas
9. Principios de separación
10. Introducción a diagramas Campo Sustancia

Fechas establecidas:

8/10 de Agosto    Presentación del Curso y Políticas de Evaluación  
 5/7 de Septiembre    Entrega 1° Proyecto: Silla de Periódico  
 3/5 de Octubre    Entrega 2° Proyecto: Puente de Palitos

7/9 de Noviembre Revisión 3° Proyecto: Chronos

Ponderación:

1° Proyecto 1	20%
2° Proyecto 2	20%
3° Proyecto: Chronos	20%
Asistencia (máximo 2 faltas, 3 retardos igual a 1 falta)	20%
Asistencia a Presentación PADS y Visita a Empresa	20%
Asistencia a Congreso Impulso *opcional	10%

Bibliografía Recomendada:

1. J. Terninko, A. Zusman, B. Zlotin, Systematic Innovation (An introduction to TRIZ), St. Lucie Press, 1998, ISBN 1-57444-111-6
2. M. Ogot and G. Okundan, Engineering Design a Practical Guide, New Brunswweek, BC, Tradford Publishers (2004)
3. And Suddenly the Inventor Appeared, G. Altshuller

Visitantes al curso:

Sociedades de Alumnos (Septiembre)  
 Rector del Campus  
 Director de División  
 Escolar: Reglamento Académico  
 Asesoría Psicopedagógica  
 Asuntos Disciplinarios  
 Programas Internacionales  
 Modalidades  
 Modalidad Emprendedora  
 Biblioteca  
 Becas  
 CAT

### 3.3 Muestra y población

La muestra está conformada por 51 alumnos del grupo control y 60 alumnos del grupo piloto de la clase de *Introducción a la Ingeniería* de nivel superior del ITESM Campus Monterrey. Los grupos están conformados por alumnos de las ingenierías: Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero Mecánico Electricista (IME) e Ingeniero en Mecatrónica (IMT). Los dos grupos que conforman nuestra muestra estaban ya designados por sus maestros de ingeniería como grupo control y piloto antes de iniciar esta investigación.

#### Sujetos de investigación

Los sujetos de investigación del grupo control fueron 51 alumnos cuya edad promedio fue de 18 años; 6 % de mujeres y 94 % de varones cursan la materia de *Introducción a la Ingeniería* en el Campus Monterrey del ITESM. Los sujetos de investigación del grupo piloto fueron 60 alumnos cuya edad promedio fue de 18 años; 7% son mujeres y 93% son varones.

### 3.4 Instrumentos de investigación

Los instrumentos que a continuación se describen fueron seleccionados para indagar sobre la cultura creativa de los dos grupos de estudio, el grupo control y el grupo piloto.

Para conocer las características socio-demográficas de los alumnos de nuevo ingreso que llevan esta materia fue necesario el diseño de una encuesta con una serie de cuestionamientos que describen los datos personales de cada alumno (a). La encuesta socio-demográfica se aplicó, tanto al grupo de control (51 sujetos) como al grupo piloto (60 sujetos), permitiéndonos analizar cuales son las propiedades más importantes de estos alumnos como: edad, sexo, lugar de nacimiento, si realizan otros estudios, si trabajan actualmente; también se preguntó sobre la escolaridad y ocupación de sus padres y, en relación al tema de la creatividad, se cuestionó sobre si han implementado alguna herramienta creativa y los resultados que consideran obtuvieron con ella, finalmente, se pidió que seleccionaran el inciso que consideraran más adecuado para responder a la pregunta ¿por qué decidí ser ingeniero?.

#### 3.4.1. El cuestionario VARK (Visual, Aural, Lectura/Escritura y Quinestesia)

El propósito del cuestionario VARK es conocer las preferencias personales de manejo de información. Las preferencias para capturar, procesar y entregar información e ideas se relacionan con el estilo de aprendizaje que cada individuo prefiere. El VARK permite que las personas reconozcan los diferentes acercamientos que se pueden tener con el aprendizaje. Puede ser usado por docentes, formadores, tutores, estudiantes, o cualquier persona que quiera desarrollar estrategias de aprendizaje diferentes a las que ya conoce.

El cuestionario consta de una serie de 13 preguntas y, en cada una de ellas, se debe escoger (entre cuatro opciones: a, b, c y d) la respuesta que mejor explique la preferencia de quien contesta; si es necesario, pueden elegirse dos o tres opciones de respuesta o, en caso de que ninguna le parezca indicada, la respuesta puede dejarse en blanco. Es muy importante que si algún instructor o maestro va a aplicar el cuestionario trate solamente de explicar las instrucciones para contestar el VARK y evite dar información que pueda perjudicar las respuestas de las personas que lo contestan. Otra de las recomendaciones al aplicar el VARK es que, la persona que lo aplica, debe enfatizar que los resultados que se obtengan indican las

preferencias personales del que contesta pero no indican necesariamente sus fortalezas (Fleming, 2001).

#### 3.4.2. El Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA)

Este cuestionario tiene como finalidad la autoexploración y el auto entendimiento del perfil que presentan las personas ante ciertas situaciones de solución de problemas. Puede ser utilizado por adolescentes y adultos. Cada situación planteada puede contestarse de cinco formas diferentes según lo que mejor exprese el sentir y pensar del que contesta, las opciones de respuesta son las siguientes:

1. Me siento y pienso así de manera rutinaria-es una práctica regular en mí
2. Me siento y pienso así ocasionalmente
3. No me siento ni pienso así, aunque a veces lo considero
4. No me siento ni pienso así casi nunca
5. No me siento ni pienso así nunca

#### 3.4.3. Test de Creatividad

Son varios y muy diversos los factores que influyen a la hora de determinar la capacidad creativa de una persona: intuición, imaginación, esfuerzo, perseverancia, etc. Al responder el cuestionario de creatividad, los interesados pueden descubrir de una forma sencilla (sólo hay que seleccionar una opción a la serie de preguntas que se presentan) cuál es su potencial creativo.

Este test es una herramienta para identificar las cualidades, actitudes, valores, motivaciones e intereses que conforman la creatividad de quien lo contesta; el test está basado en un estudio realizado durante varios años sobre las características personales de hombres y mujeres, tomados de una amplia gama de ambientes y ocupaciones, que piensan y actúan con creatividad (Test de creatividad).

## Capítulo 4.

### Análisis de resultados

#### 4.1 Resultados de la encuesta socio-demográfica

Con el fin de conocer las características socio-demográficas de los alumnos del grupo control y el grupo piloto fue aplicada una encuesta. La primera parte de la encuesta consta de información relacionada con la edad, el sexo, el lugar de nacimiento, el estado civil y si el alumno (a) trabaja actualmente; en una segunda parte de la encuesta se pidió a los alumnos dieran datos sobre la escolaridad de sus padres y, en la tercera parte de la encuesta, se pidió a los alumnos que indicaran si han implementado alguna herramienta para fomentar la creatividad además de que seleccionaran un motivo que consideraran el más adecuado por el cual eligieron ser ingenieros.

A través de la encuesta socio-demográfica se logró saber que en ambos grupos la población masculina es la más numerosa, 94% de hombres en el grupo control y 93% en el grupo piloto. La edad promedio en ambos grupos son los 18 años. La mayoría de los alumnos son originarios de Monterrey, Nuevo León y, los alumnos que vienen de otros estados de la República Mexicana son el 41% en el grupo control y 23% en el grupo piloto. Sólo en el grupo piloto hay alumnos originarios de otro país (3.3%). La totalidad de los alumnos son solteros y respecto a si laboran actualmente, sólo el 4% del grupo control contestó afirmativamente así como el 15% del grupo piloto también cuenta con un empleo.

Cuadro 2: Porcentajes comparativos de la encuesta sociodemográfica

	Edad	Sexo	Lugar de nacimiento	Estado civil	Trabaja actualmente
Grupo control (51 sujetos)	17 años -9.8 %	Hombres	Monterrey, Nuevo	Solteros	Sí -4 %
	18 años - 56.8 %	94%	León -58.8 %	100%	No - 96 %
	19 años - 29.4 %	Mujeres 6%	Nuevo León -0 %		
	20 años - 3.9 %		Otro estado de la República Mexicana - 41.1 %		
		Otro país - 0 %			
Grupo piloto (60 sujetos)	17 años - 8.3 %	Hombres	Monterrey, Nuevo	Solteros	Sí - 15%
	18 años - 51.6 %	93%	León - 66.6 %	100%	No - 85%
	19 años - 38.3 %	Mujeres 7%	Nuevo León - 5%		
	20 años - 1.6 %		Otro estado de la República Mexicana - 23.3 %		
		Otro país - 3.3 %			

La mayoría de los padres de familia de estos grupos de estudio, cuenta con estudios de licenciatura. Tanto en el grupo control como en el grupo piloto, el porcentaje de padres con estudios de maestría es mayor al porcentaje de las madres con estudios de maestría. En el caso de la escolaridad de la madre, después de la licenciatura, la respuesta más frecuente fue otros estudios (pueden ser estudios de bachillerato técnico, estudios no terminados).

Cuadro 3: Porcentajes comparativos de la escolaridad de los padres.

	Escolaridad del padre	Escolaridad de la madre
Grupo control (51 sujetos)	Licenciatura - 62.7 %	Licenciatura - 70.5 %
	Maestría - 29.4 %	Maestría - 5.8 %
	Otros - 7.8 %	Otros - 23.5 %
	No contestó - 0 %	No contestó - 0%
Grupo piloto (60 sujetos)	Licenciatura - 65 %	Licenciatura - 68.3 %
	Maestría - 26.6 %	Maestría - 8.3 %
	Otros - 6.6 %	Otros - 20 %
	No contestó - 1.6 %	No contestó - 3.3 %

La mayoría de los alumnos indicaron no haber implementado alguna herramienta de creatividad, sólo el 6% del grupo control y el 20% del grupo piloto contestaron que si han usado herramientas creativas aprendidas en cursos de enseñanza artística, como el dibujo y el diseño, y otros alumnos contestaron conocer el TRIZ. Además del prestigio de la carrera, el



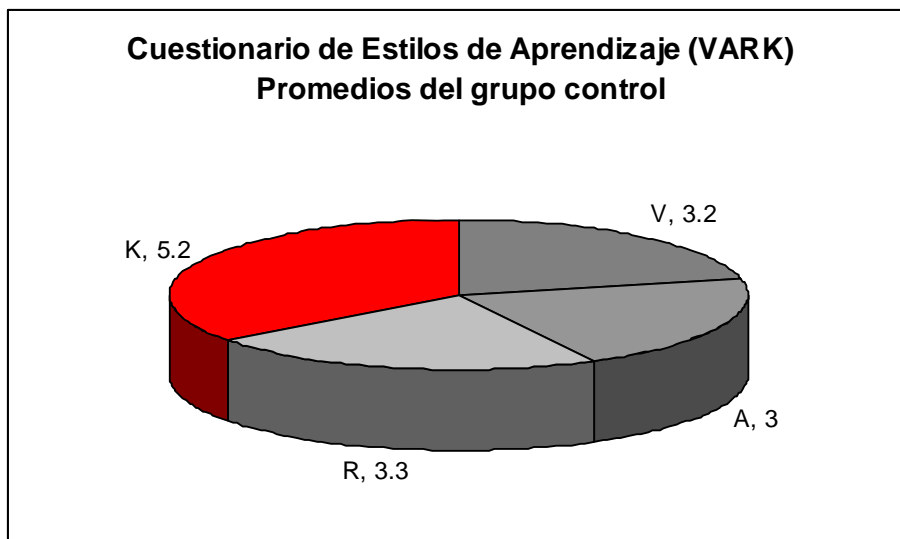
motivo de selección de carrera poco tuvo que ver con la responsabilidad para dirigir una empresa familiar o con posibles problemas con el examen de admisión de ingeniería.

Cuadro 4: *Porcentajes comparativos sobre el uso de herramientas creativas y el motivo de selección de carrera.*

	Usa herramientas creativas	Motivo de selección de carrera
Grupo control (51 sujetos)	Sí 6% No 94%	a) Mi padre es ingeniero -5.8 % b) El prestigio de la carrera – 23.5 % c) Responsabilidad para dirigir empresa familiar – 13.7 % d) Problemas con el examen de admisión de otra carrera – 0% e) Otro – 56.8 %
Grupo piloto (60 sujetos)	Sí -20 % No – 80 %	a) Mi padre es ingeniero – 6.6 % b) El prestigio de la carrera – 18.3 % c) Responsabilidad para dirigir empresa familiar – 8.3 % d) Problemas con el examen de admisión de otra carrera – 6.6 % e) Otro – 60 %

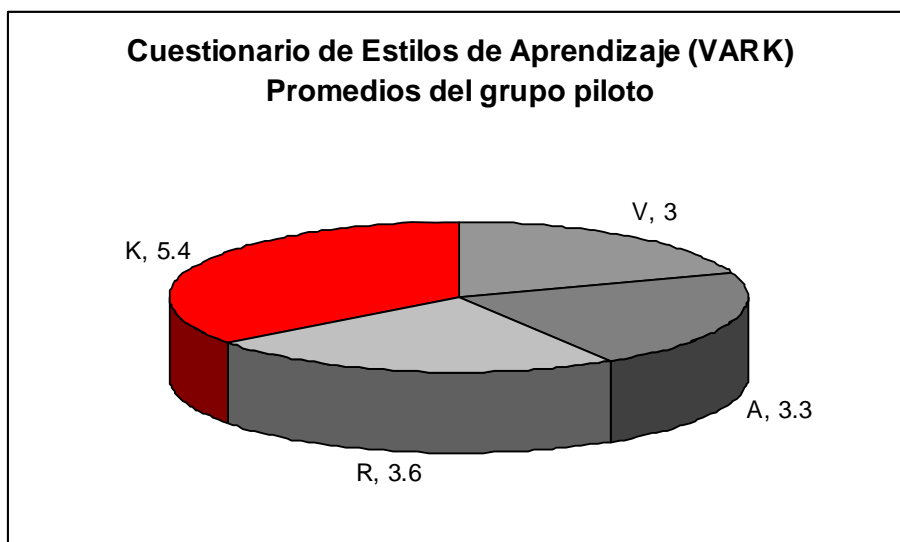
#### 4.2 Resultados del Cuestionario de Estilos de Aprendizaje (VARK)

El cuestionario de VARK (Neil Flemming, 2001) se aplicó con la finalidad de conocer las preferencias de los alumnos respecto a su manejo de información y estilos de aprendizaje preferidos (preferencia para capturar, procesar y entregar ideas e información). Tanto en el grupo control como en el grupo piloto la preferencia con mayor puntaje fue la modalidad kinestésica (K): 5.2 de promedio en el grupo control y 5.4 de promedio en el piloto; esto indica que los alumnos de estos grupos prefieren aprender de la experiencia y la práctica, por ejemplo, en aplicación de casos, simuladores, etc. Para el grupo control: la modalidad lectura/escritura (R) tuvo un promedio de 3.3 lo que indica la preferencia de los alumnos para adquirir información que está escrita; 3.2 fue el promedio del puntaje de la preferencia visual (facilidad para la lectura de información gráfica como tablas, diagramas de flujo, etc.) y 3 fue el promedio para la modalidad aural (A), esta preferencia se relaciona con la información que es escuchada (aprendizaje por medio de lecturas, tutoriales, cassettes, etc.).



*Figura 3:* Cuestionario de Estilos de Aprendizaje (VARK), promedios del grupo control

En el grupo piloto, 3.6 fue el promedio del puntaje en la modalidad lectura/escritura (R), al igual que en el grupo control esta modalidad fue seleccionada en segundo lugar de preferencia. Sin embargo, en el grupo piloto la modalidad aural (A) obtuvo mayor promedio que la modalidad visual (V); esto indica una mayor preferencia por el aprendizaje que es escuchado.



*Figura 4:* Cuestionario de Estilos de Aprendizaje (VARK), promedios del grupo piloto

Debido a que el cuestionario VARK tiene como finalidad conocer las preferencias individuales sobre estilos de aprendizaje, no se encontraron estudios que indicaran el estilo de aprendizaje (visual, aural, lectura-escritura y kinestésico) más adecuado en la formación de

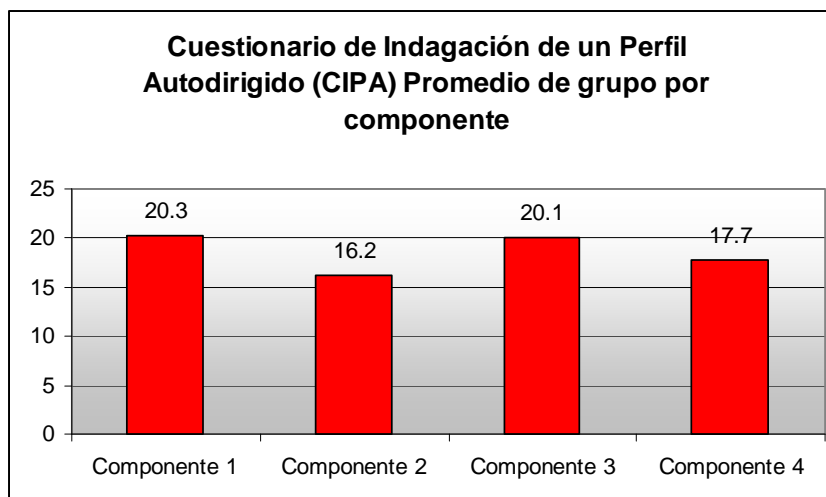
un ingeniero. Sin embargo, Fleming (1995) propone que usar el cuestionario VARK dentro del ámbito educativo puede ser una herramienta importante para que estudiantes y docentes desarrollen nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje.

#### 4.3 Resultados del Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA)

El cuestionario CIPA está conformado por 41 reactivos los cuales se han dividido en 4 componentes para calificar sus puntajes (Cázares, 2006). En el grupo control el componente con mayor puntuación fue el componente 1: planeación y selección de estrategias; los sujetos que presentan dominancia en este componente muestran actos inteligentes “cuyo propósito es racionalizar la selección de alternativas para el futuro, buscando para ello los mejores medios para alcanzarlas; especificando fines, objetivos y metas. Poseen la capacidad de definir cursos de acción y a partir de éstos determinar recursos y estrategias apropiados para su realización (CAndy, 1991; Chene, 1983; Brockett y Hiemstra, 1985, 1991, 1994, en Cázares, 2006). El componente 3: independencia y autonomía obtuvo el segundo lugar de preferencia; lo que significa que los alumnos muestran voluntad propia para aprender y/o conseguir lo que les interesa. El componente 4: uso de la experiencia y conciencia crítica obtuvo un tercer lugar de preferencia y, finalmente, el componente 2: Autorregulación y motivación fue elegido en cuarto lugar.

Cuadro 5: Promedio de los componentes del Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido, CIPA (grupo control).

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Totales por individuo
<b>Sujeto</b>					
C001	14	17	18	21	70
C002	18	13	17	12	60
C003	20	15	22	22	79
C004	15	12	14	14	55
C005	20	18	20	17	75
C006	16	13	14	15	58
C007	21	12	18	20	71
C008	26	17	24	20	87
C009	26	30	43	34	133
C010	15	16	19	16	66
C011	14	12	17	14	57
C012	21	11	24	19	75
C013	13	9	21	18	61
C014	24	22	25	20	91
C015	16	12	13	13	54
C016	19	15	21	23	78
C017	28	13	23	32	96
C018	14	12	13	12	51
C019	22	24	19	14	79
C020	26	19	32	24	101
C021	24	19	20	16	79
C022	17	18	20	17	72
C023	29	20	20	26	95
C024	25	21	18	22	86
C025	19	16	18	19	72
C026	36	19	27	18	100
C027	16	13	18	13	60
C028	18	19	17	16	70
C029	33	23	33	23	112
C030	19	16	18	15	68
C031	27	18	27	17	89
C032	11	9	12	10	42
C033	16	11	15	15	57
C034	26	19	20	19	84
C035	17	17	19	13	66
C036	17	18	13	15	63
C037	15	18	18	18	69
C038	25	15	19	15	74
C039	17	11	19	15	62
C040	10	11	12	10	43
C041	19	20	21	15	75
C042	22	15	27	28	92
C043	28	15	20	21	84
C044	23	17	26	18	84
C045	21	15	23	19	78
C046	18	14	17	15	64
C047	11	9	15	13	48
C048	17	20	18	14	69
C049	18	19	10	16	63
C050	32	20	26	21	99
C051	23	24	25	14	86
<b>promedio:</b>	20.33333333	16.29411765	20.15686275	17.76470588	74.54901961



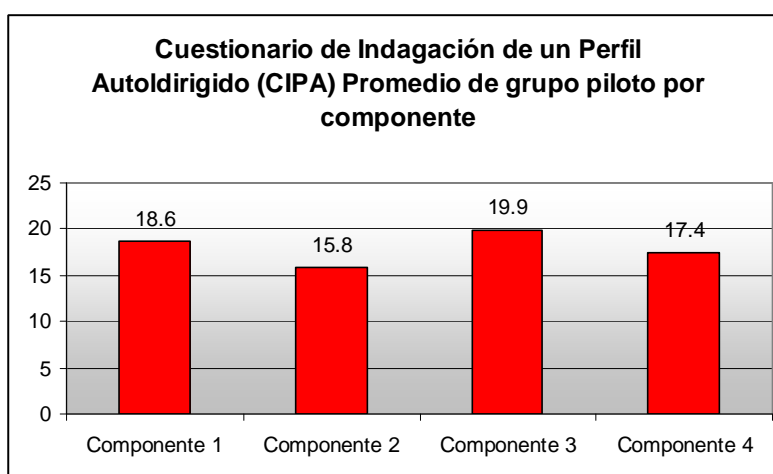
*Figura 5:* Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA), promedios del grupo control por componente

En el grupo piloto, el componente 3: independencia y autonomía obtuvo el mayor puntaje; lo que significa que los alumnos muestran voluntad propia para aprender y/o conseguir lo que les interesa. Gustan de reflexionar sobre la responsabilidad de sus actos, además de poseer un adecuado concepto como aprendices y personas (Knowles, 1990; Tough, 1979; Candy, 1991; Chene, 1983; Merriam y Caffarella, 1999, en Cázares, 2006). El componente 1: planeación y selección de estrategias obtuvo un segundo lugar de preferencia. El componente 4: uso de la experiencia y conciencia crítica obtuvo un tercer lugar de preferencia y, el componente 2: autorregulación y motivación se mantuvo en el último lugar de preferencia del grupo piloto.

Cuadro 6: Promedio de los componentes del Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido, CIPA (grupo piloto).

<b>Sujeto</b>	<b>Componente 1</b>	<b>Componente 2</b>	<b>Componente 3</b>	<b>Componente 4</b>	<b>Total por individuo</b>
P001	15	14	14	16	59
P002	15	14	19	21	69
P003	20	15	16	14	65
P004	17	13	22	22	74
P005	12	16	14	12	54
P006	17	15	21	16	69
P007	19	12	13	12	56
P008	25	19	24	19	87
P009	21	14	26	17	78
P010	28	18	26	20	92
P011	28	24	26	22	100
P012	20	14	22	14	70
P013	23	21	21	18	83
P014	21	14	20	16	71
P015	22	11	20	17	70
P016	14	13	17	17	61
P017	20	16	22	19	77
P018	16	11	17	12	56
P019	13	15	14	15	57
P020	21	17	23	17	78
P021	19	21	22	20	82
P022	20	21	21	22	84
P023	12	10	14	12	48
P024	18	17	16	11	62
P025	16	19	22	18	75
P026	27	20	24	17	88
P027	15	19	15	13	62
P028	14	11	16	12	53
P029	19	17	18	26	80
P030	27	27	28	17	99
P031	19	17	21	19	76
P032	14	15	15	22	66
P033	17	17	21	20	75
P034	13	15	25	20	73
P035	17	11	17	13	58
P036	18	15	17	11	61
P037	20	14	19	14	67
P038	15	13	16	15	59
P039	20	14	19	16	69
P040	13	11	13	14	51
P041	11	9	12	10	42
P042	14	15	16	13	58
P043	15	12	18	17	62
P044	18	13	16	17	64
P045	17	24	29	30	100
P046	11	9	13	14	47
P047	23	24	35	25	107
P048	13	11	13	12	49
P049	20	18	23	15	76
P050	25	18	21	21	85

P051	17	14	19	17	67
P052	17	12	14	15	58
P053	18	15	19	15	67
P054	24	16	22	20	82
P055	15	15	24	18	72
P056	47	43	56	45	191
P057	14	10	12	18	54
P058	24	16	21	17	78
P059	14	12	16	18	60
P060	19	14	24	20	77
<b>promedio:</b>	18.6	15.83333333	19.98333333	17.41666667	71.83333333



*Figura 6:* Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA), promedios del grupo piloto por componente.

#### 4.4 Resultados del Test de creatividad: ¿Eres una persona creativa?

Los puntajes arrojados por el Test de creatividad se miden en tres categorías diferentes: muy creativo (cuando se obtiene un puntaje de 65 o más), por encima de la media (cuando el puntaje va de los 40 a los 64 puntos) y en la media (cuando el puntaje es entre los 30 y 39 puntos). En el grupo control sólo 5 alumnos obtuvieron un puntaje de “muy creativo”, mientras que 43 alumnos tuvieron puntajes de la categoría por encima de la media. De los 51 alumnos del grupo control sólo 3 recibieron puntajes de la categoría en la media (dos de estos alumnos llegaron a un puntaje de 38 y 39 y, el tercero, obtuvo solamente 31 puntos).



Cuadro 7: Test de creatividad: ¿Eres una persona creativa? (puntajes del grupo control)

Folio	puntajes	categoría
C001	67	muy creativo
C002	39	estás en la media
C003	45	por encima de la media
C004	51	por encima de la media
C005	53	por encima de la media
C006	44	por encima de la media
C007	78	muy creativo
C008	57	por encima de la media
C009	48	por encima de la media
C010	55	por encima de la media
C011	48	por encima de la media
C012	66	muy creativo
C013	52	por encima de la media
C014	57	por encima de la media
C015	59	por encima de la media
C016	49	por encima de la media
C017	60	por encima de la media
C018	55	por encima de la media
C019	61	por encima de la media
C020	51	por encima de la media
C021	43	por encima de la media
C022	46	por encima de la media
C023	45	por encima de la media
C024	43	por encima de la media
C025	54	por encima de la media
C026	64	por encima de la media
C027	54	por encima de la media
C028	49	por encima de la media
C029	38	estás en la media
C030	53	por encima de la media
C031	51	por encima de la media
C032	61	por encima de la media
C033	56	por encima de la media
C034	53	por encima de la media
C035	63	por encima de la media
C036	60	por encima de la media
C037	59	por encima de la media
C038	57	por encima de la media
C039	66	muy creativo
C040	55	por encima de la media
C041	65	muy creativo
C042	47	por encima de la media
C043	56	por encima de la media
C044	42	por encima de la media
C045	43	por encima de la media
C046	52	por encima de la media
C047	57	por encima de la media
C048	51	por encima de la media
C049	31	estás en la media
C050	49	por encima de la media
C051	50	por encima de la media

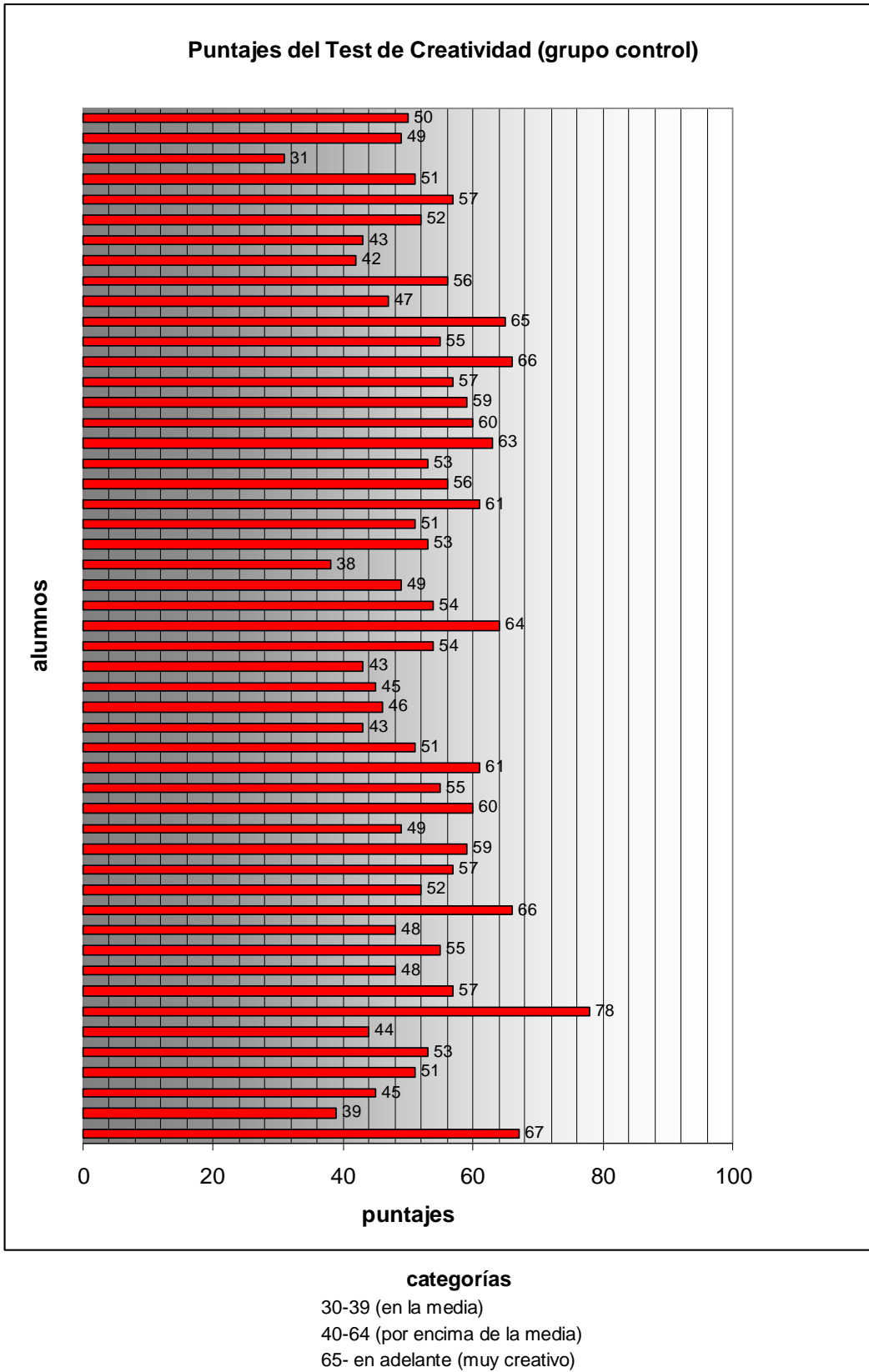


Figura 7: Puntajes del test de creatividad (grupo control)

En la pregunta 40 del test de creatividad se pidió a los alumnos escogieran 10 adjetivos o frases con las que más se identificaran. Los cinco adjetivos o frases seleccionados con mayor frecuencia por el grupo control fueron: observador (a) 37 frecuencias, seguro (a) de ti mismo (a) 24 frecuencias, abierto (a) hacia el futuro (23 frecuencias), agradable (23 frecuencias) e inteligente (23 frecuencias). Lo que refleja las cualidades personales que los alumnos transportan a su formación como ingenieros. En este punto es relevante señalar el perfil profesional de las ingenierías que cursan la materia Introducción a la ingeniería para contrastar los resultados del test de creatividad. El Ingeniero Mecánico Administrador (IMA) recibe formación para convertirse en un profesional capacitado para definir y diseñar los componentes de equipos utilizados en los diferentes procesos de transformación de materia prima, en producto terminado. Además, un IMA diseña, planea, programa, administra y controla todo un sistema productivo de servicios garantizando así la cantidad y calidad del mismo. El Ingeniero Mecánico Electricista (IME) se especializa en la planeación, el diseño, la fabricación, la operación y el mantenimiento de los sistemas electrónicos; también es capaz de administrar los recursos materiales, técnicos y humanos disponibles. El Ingeniero en Mecatrónica (IMT) es un profesional que se especializa en la integración y desarrollo de sistemas que involucren tecnologías de diversos campos de la ingeniería. Un IMT comprende el funcionamiento de los componentes (mecánicos, eléctricos, electrónicos y computacionales), selecciona los métodos y tecnologías más adecuados para el diseño y desarrolla integralmente un producto o proceso (Carreras profesionales, ITESM).

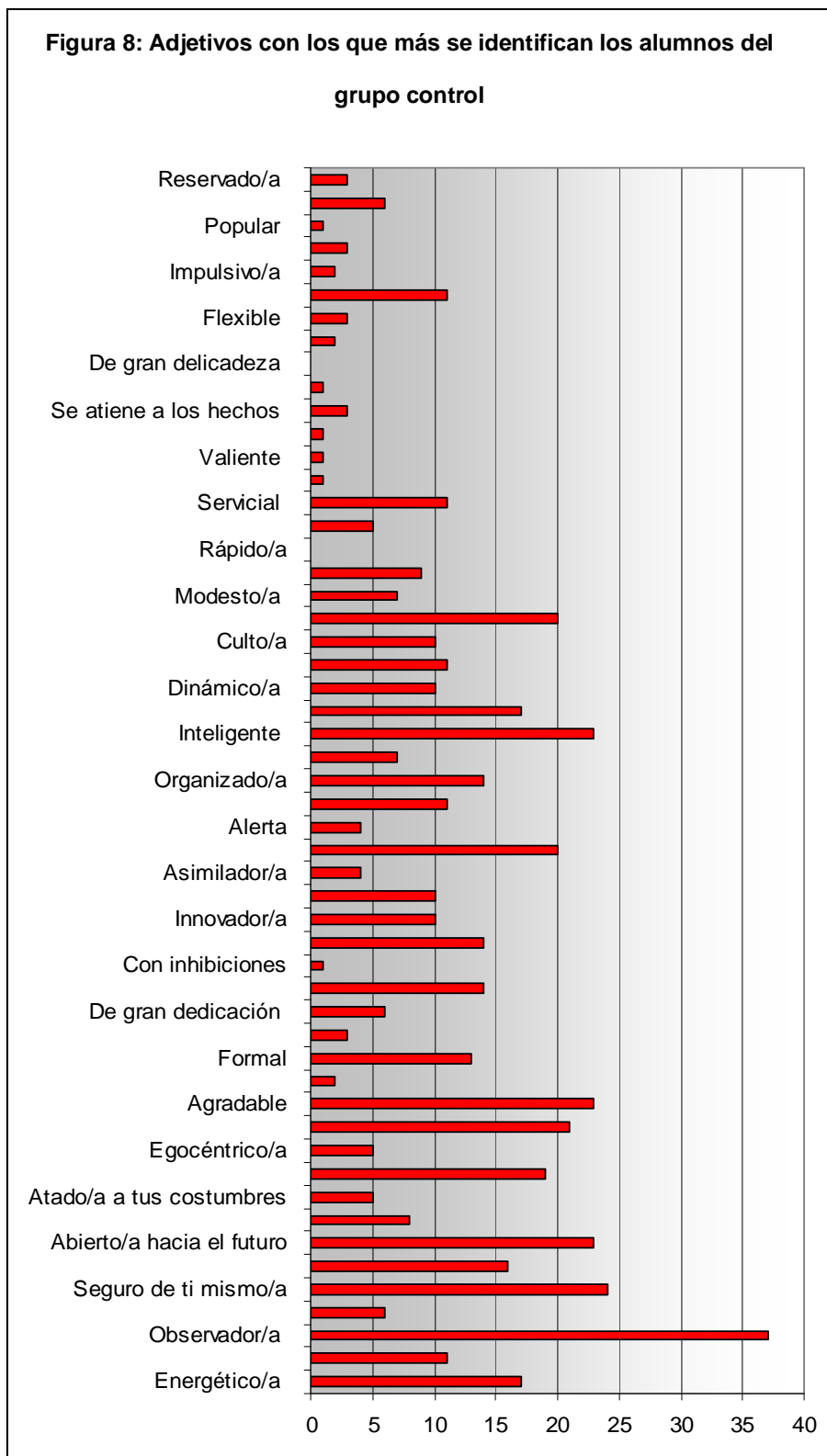


Figura 8: Adjetivos con los que más se identifican los alumnos del grupo control

En el grupo piloto fueron 11 los alumnos que obtuvieron puntajes de la categoría “muy creativo”, y 48 alumnos obtuvieron puntajes de la categoría “por encima de la media”. En el grupo piloto solamente 1 alumno obtuvo un puntaje de 34 que corresponde a la categoría “en la media”.

Cuadro 8: Test de creatividad: ¿Eres una persona creativa? (puntajes del grupo piloto)

Folio	puntajes	categoría
P001	53	por encima de la media
P002	68	muy creativo
P003	55	por encima de la media
P004	54	por encima de la media
P005	67	muy creativo
P006	71	muy creativo
P007	49	por encima de la media
P008	48	por encima de la media
P009	47	por encima de la media
P010	62	por encima de la media
P011	57	por encima de la media
P012	75	muy creativo
P013	50	por encima de la media
P014	79	muy creativo
P015	67	muy creativo
P016	52	por encima de la media
P017	67	muy creativo
P018	46	por encima de la media
P019	58	por encima de la media
P020	60	por encima de la media
P021	51	por encima de la media
P022	57	por encima de la media
P023	44	por encima de la media
P024	48	por encima de la media
P025	48	por encima de la media
P026	48	por encima de la media
P027	51	por encima de la media
P028	58	por encima de la media
P029	58	por encima de la media
P030	48	por encima de la media
P031	52	por encima de la media
P032	55	por encima de la media
P033	68	muy creativo
P034	51	por encima de la media
P035	60	por encima de la media
P036	49	por encima de la media
P037	57	por encima de la media
P038	69	muy creativo
P039	54	por encima de la media
P040	55	por encima de la media
P041	59	por encima de la media
P042	49	por encima de la media
P043	51	por encima de la media
P044	49	por encima de la media
P045	57	por encima de la media
P046	34	en la media
P047	75	muy creativo
P048	65	muy creativo
P049	52	por encima de la media
P050	48	por encima de la media
P051	49	por encima de la media

P052	54	por encima de la media
P053	52	por encima de la media
P054	48	por encima de la media
P055	47	por encima de la media
P056	47	por encima de la media
P057	70	muy creativo
P058	54	por encima de la media
P059	60	por encima de la media
P060	61	por encima de la media

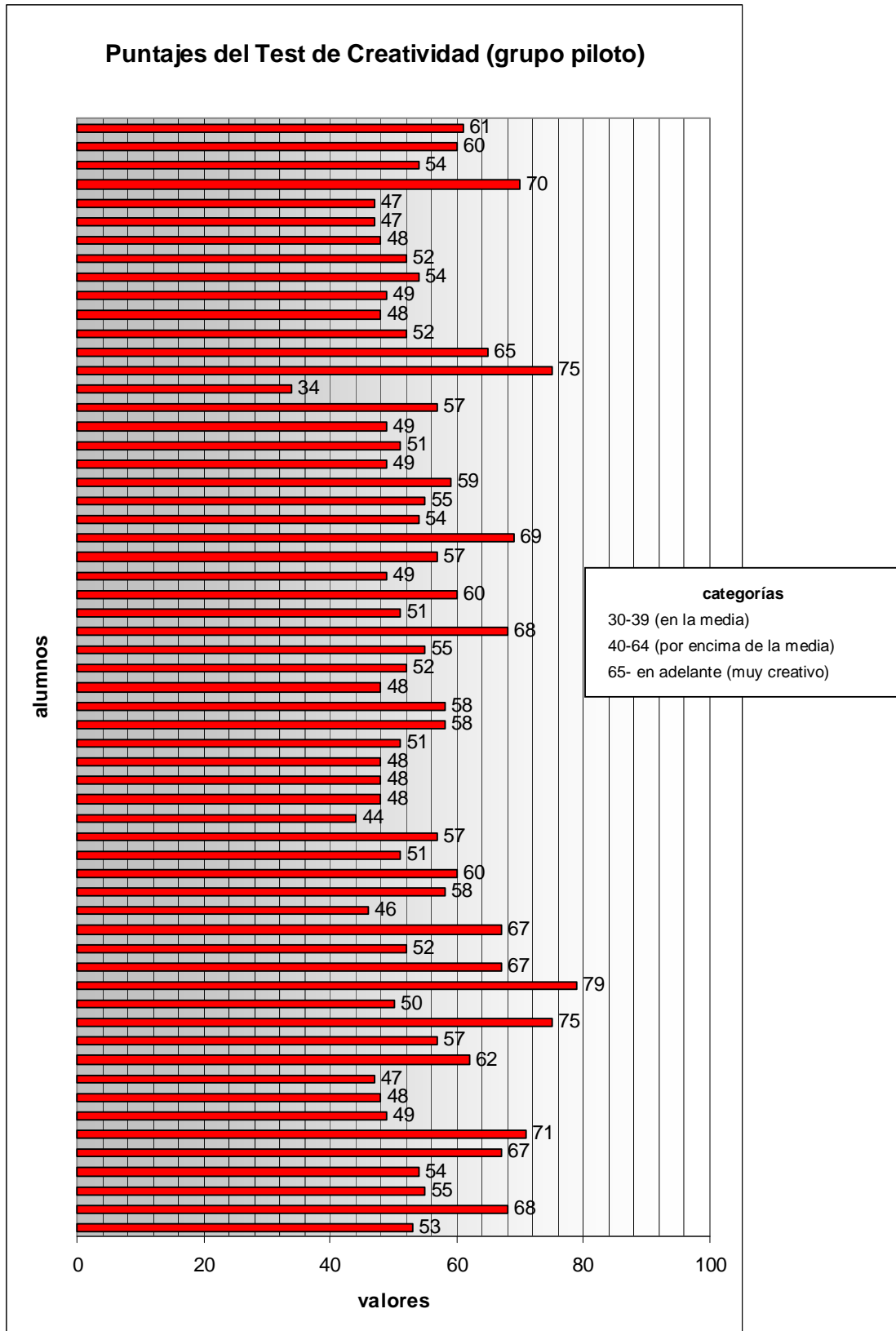


Figura 9: Puntajes del test de creatividad del grupo piloto



Los cinco adjetivos o frases seleccionados con mayor frecuencia por el grupo piloto fueron: agradable (33 frecuencias), observador (a) 32 frecuencias, ingenioso (a) 31 frecuencias), inteligente (31 frecuencias) y perseverante (26 frecuencias). A diferencia del grupo control, el grupo piloto se identifica con mayor frecuencia con el adjetivo agradable, esta característica puede facilitar las experiencias de trabajo grupal en las que se puede ver involucrado el estudiante de ingeniería. El ingenio, la observación y la inteligencia son capacidades necesarias en los procesos de diseño, planeación y administración del campo de la ingeniería. Además, la perseverancia habla de un esfuerzo por mejorar los proyectos de trabajo individuales o grupales (Flores y Gallo, 1998).

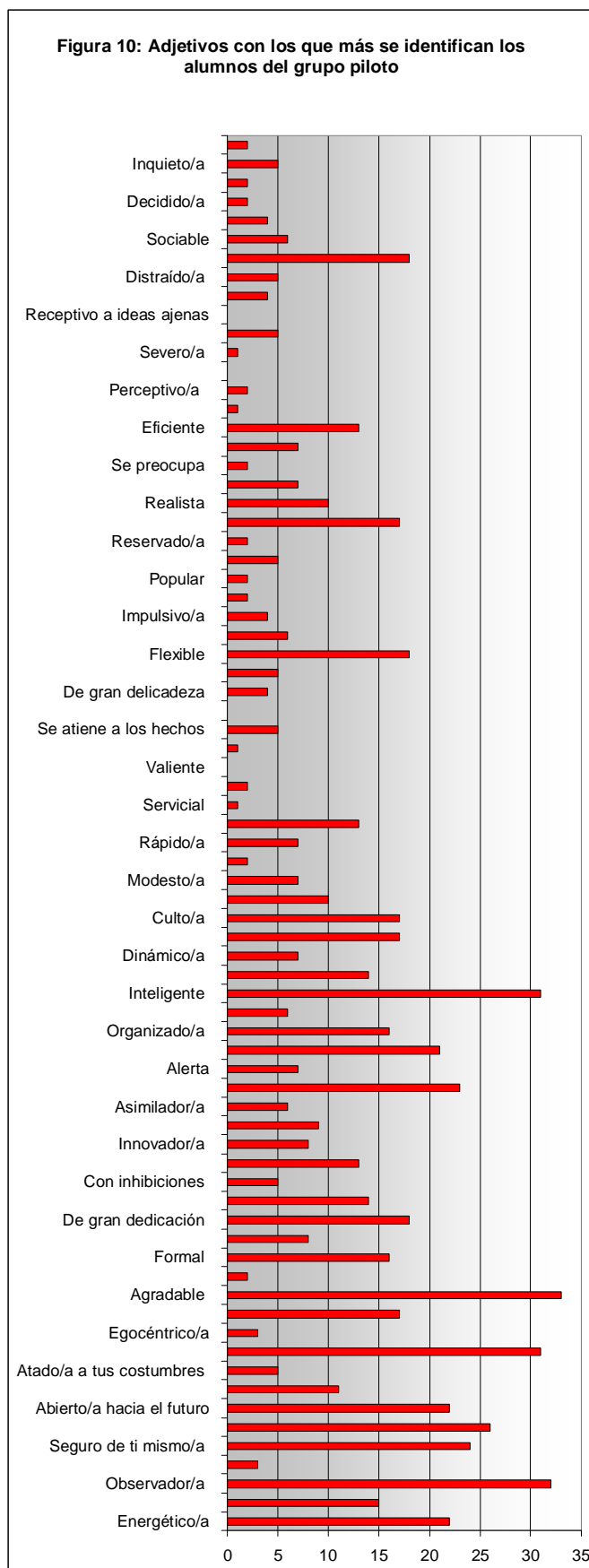
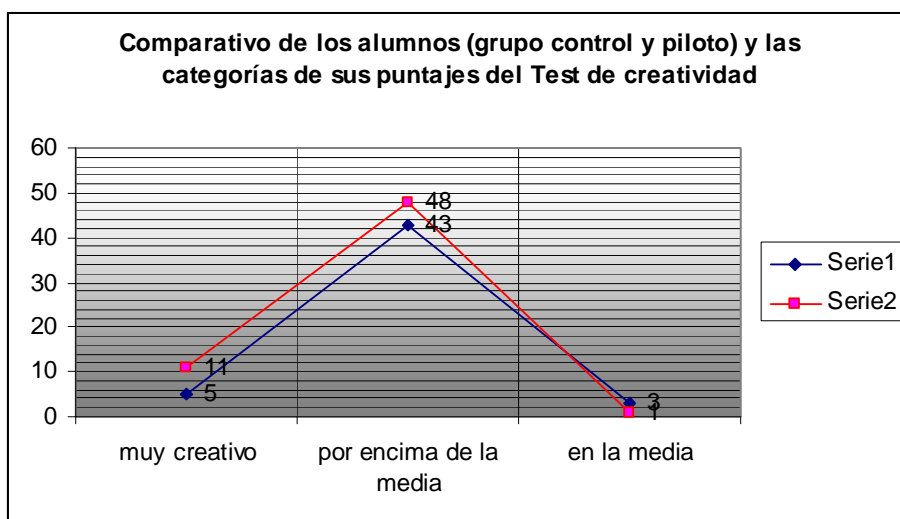


Figura 10: Adjetivos con los que más se identifican los alumnos del grupo piloto

Comparando los puntajes que obtuvieron ambos grupos en el Test de creatividad se puede apreciar que, en el grupo control sólo el 9.8 % de los alumnos obtuvieron categoría de “muy creativos” mientras que en el grupo piloto esta categoría fue alcanzada por el 18.3 % de los alumnos. La categoría “por encima de la media” fue alcanzada por el 84.3 % en el grupo control y el 80 % en el grupo piloto. El 5.3 % de los alumnos del grupo control fueron catalogados “en la media” y apenas el 1.6 % de los alumnos del grupo piloto fueron catalogados en este mismo rubro.

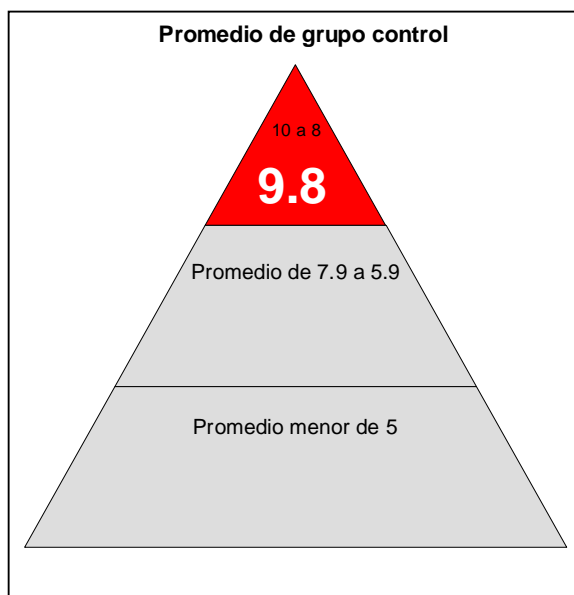


*Figura 11:* Comparativo de los alumnos (grupo control y piloto) y las categorías de sus puntajes del Test de creatividad).

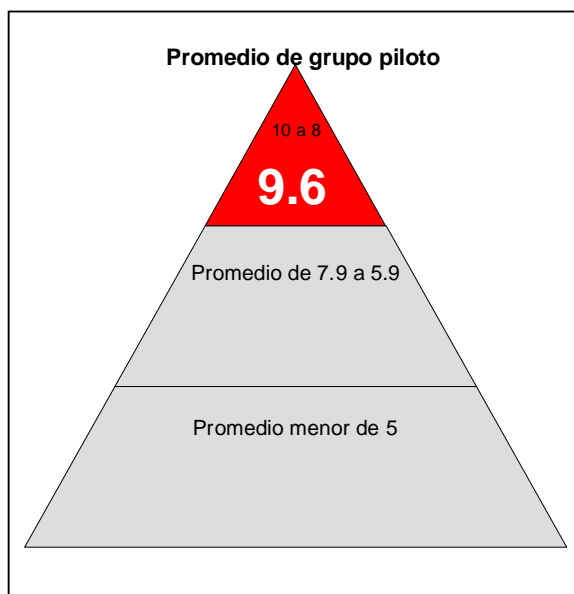
#### 4.5 Calificaciones finales de los grupos control y piloto

Aunque el grupo piloto estuvo llevando en su curso estrategias creativas del método TRIZ, las calificaciones finales obtenidas por ambos grupos no presentan gran contraste.

Ambos promedios pueden catalogarse como muy satisfactorios.



*Figura 12:* Promedio de las calificaciones finales del grupo control.



*Figura 13:* Promedio de las calificaciones finales del grupo piloto.

#### 4.6 Análisis Inferencial

Para identificar si entre los dos grupos de investigación hay diferencias significativas con respecto a las variables de estudio se aplicó una prueba de análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa estadístico de SPSS y los resultados encontrados se muestran en la siguiente cuadro 9.

Cuadro 9. *Resultados de la ANOVA para la variable dependiente calificaciones finales*

Variabes	Grados de libertad	Valor de la F	Significancia	Factor de Determinación
Grupo experimental	1	33.05	.000	.226
Edad del estudiante	1	.558	.644	.010
Sexo del estudiante	1	.591	.444	.004
Programa educativo	1	.229	.633	.007
Puntaje de creatividad	2	.078	.925	.017
Estilo de Aprendizaje	3	1.249	.296	.007

Como es posible observar en el cuadro 9 los grupos se diferencian significativamente sólo por haber estado en grupos que tuvieron un tratamiento diferenciado, es decir grupo control o experimental. El resto de las variables (edad, sexo, programa educativo, puntaje en la prueba de creatividad y el estilo de aprendizaje), como ya se había mencionado en el análisis descriptivo, son muy semejantes y no establecen una diferencia entre los grupos.

Cuando cambiamos la variable dependiente hacia el puntaje de creatividad con respecto al grupo de investigación encontramos que no hay tampoco diferencias pues los jóvenes alumnos muestran niveles de creatividad muy semejantes.

Por lo que este primer estudio permite establecer que solamente con el paso de los alumnos por la carrera con un enfoque de seguir entrenándolos en herramientas de creatividad fomentará en ellos un tipo de pensamiento, que de entrada a la carrera poseen.

Para el análisis de los datos se procedió a realizar un análisis descriptivo con la frecuencia de cada una de las variables, se identificaron las medidas de tendencia central con una hoja de cálculo, finalmente para hacer el análisis inferencial se utilizó el programa estadístico del SPSS y se aplicó una prueba estadística que permite establecer diferencias significativas entre grupos que es la llamada Análisis de varianza (ANOVA) univariada.

La prueba estadística Análisis de varianza (ANOVA) univariada fue aplicada en este estudio ya que nos permite analizar si más de dos grupos difieren de forma significativa entre sí en cuanto a sus medidas y sus varianzas. Cuando se utiliza el análisis de varianza univariada en las ciencias humanas, constituye una herramienta valiosa tanto para psicólogos y pedagogos (ya que en la actividad humana intervienen generalmente una pluralidad de aspectos o factores) que quieren explicar la acción de una variable independiente sobre la variable dependiente mediante el análisis de la significancia de las diferencias entre las medidas de sus muestras (Diccionario de las Ciencias de la Educación, 1998, pp. 92-93).

Dentro del estudio de la estadística, el Análisis de varianza (ANOVA) se define como una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados los cuales comparan significancia separando el total de la varianza observada en diferentes partes. El pionero de la técnica inicial del análisis de varianza fue el estadista y genetista Ronald Fisher en los años de 1920 y 1930, por tal motivo, el análisis de varianza también es conocido como Fisher's ANOVA o Análisis de varianza de Fisher (Wikipedia, 2006).

4.7 Cátedra de Creatividad, Innovación e Inventiva en Ingeniería (CIII): Metaproyectos para alumnos de ingeniería (Proyecto piloto).

Las siguientes diapositivas corresponden a la presentación del trabajo desarrollado por alumnos de la materia Introducción a la Ingeniería dentro de un grupo piloto. La serie de ideas que se presentan corresponden a los Megaproyectos que desarrollarán los alumnos a lo largo de su carrera a favor de su formación creativa (correspondencia personal, 2006).




Figura14: Cátedra de Creatividad, Innovación e Inventiva en ingeniería.



Figura 15: Megaproyectos para alumnos de Ingeniería. Proyecto piloto.

**Objetivo**



El objetivo principal es promover entre los alumnos de primer ingreso la posibilidad de desarrollar ideas, problemáticas o proyectos de su inquietud, con el objetivo de que éstos se desenvuelvan y obtengan mayor conocimiento de la situación actual de la industria.

La presentación de éste proyecto se hará durante el curso de Introducción a la Ingeniería, curso base para todas las carreras del Tec de Monterrey.

Los alumnos tendrán la oportunidad y el apoyo del Tec de Monterrey para desarrollar sus ideas hasta su conclusión.

El objetivo es monitorear el desempeño de los estudiantes dentro del proyecto. Ver las posibilidades de éxito de ésta metodología de enseñanza como elemento paralelo a la formación académica.




Figura 16: Objetivo de la materia Introducción a la Ingeniería.



## Cuestionario base

Se le pidió a los alumnos responder un cuestionario para obtener los resultados dentro del alcance deseado.

1. Nombre del proyecto
2. Redefinición del proyecto en base a la información de patentes y de principios físicos encontrados
3. Relación de patentes (número y título) relacionadas con el proyecto que desean realizar.
4. Principios físicos encontrados.
5. Identificar si ya hay o no productos comerciales que contengan lo que se proponen.
6. Sobre esa base redefinir el objetivo del proyecto.
7. ¿Que nuevos conocimientos necesitarán adquirir durante su carrera?
8. ¿Cuales materias o maestros del Tec pudieran ayudarlos?
9. ¿A que empresas les venderían el proyecto?



Figura 17: Cuestionario base.

## Proyectos

A continuación se presentan una serie de ideas para proyectos desarrolladas por los alumnos de Introducción a la Ingeniería dentro de un grupo piloto.

1. Celda Solar de uso personal
2. Plataforma de Transportación e instalación
3. Camión de basura con divisiones
4. Cargador de baterías solar
5. Salvavidas con motor
6. Enfriador instantáneo
7. Gas no contaminante para carros
8. Fuentes de energía alternas: hidrogeno como combustible.
9. Control Remoto con alarma
10. Nanotecnología aplicada a la medicina
11. Nuevas Opciones de refrigeración y congelación para la industria.
12. Péndulo mecanizado
13. Parachoques Magnéticos
14. Planta tratadora de agua casera
15. Protector solar para autos
16. Sensor de autos para prevenir choques



Figura 18: Proyectos de los alumnos del grupo piloto.

### Celda solar personal de uso personal



Adrián Arroyo Garza 915296  
 Arturo Rodríguez Beltrán 1090677  
 Salvador González Salas 794590  
 Oscar Taméz



Se pretende hacer una celda solar de espacio reducido y para uso personal.

La idea es una pequeña antena parabólica de espejos, de dimensiones fáciles de manejar y transportar, con una base que tenga un motor y un sistema electrónico. Esta nueva antena tiene también una celda solar en el foco, la cual captará la radiación solar y la convertirá en energía eléctrica. Esta pasará a un acumulador en la base que la transformará, y la enviará por un cable al cual se le pueda cambiar la entrada para conectar diversos aparatos, como hornos portátiles, celulares, Laptops, o incluso televisores pequeños.

La base tendrá un pequeño sistema similar al de un reloj digital, a la cual se le programará con hora, fecha y coordenadas de posición global y con estos datos y una pequeña brújula instalada al sistema de la base, la parábola seguirá sola al sol obteniendo el máximo potencial de energía posible.

Figura 19: Celda solar de uso personal.

### Plataforma de transportación e instalación



La idea es una plataforma removible, que tenga más de un solo uso.

Esa es la idea con los transformadores, ya que es mucho problema utilizar dos bases, una para transportación y otra para sostener el transformador ya en tierra e instalado. También estamos tomando la idea del material de la primera patente encontrada.

La solución propuesta es crear una sola base que sea utilizada en la transportación y en la instalación del transformador eléctrico. Para esto la parte inferior de la base tendría que tener cierta estructura para que pueda ser levantada por maquinaria pesada.

El material sería el mismo utilizado en la primera patente, fibra de vidrio reforzando la superficie exterior con plástico.

Figura 20: Plataforma de transportación e instalación.

### Camión de basura con divisiones



Crear un camión de basura que tenga divisiones para diferentes tipos de desechos para fomentar el reciclaje en México. Las divisiones serían de acuerdo a los productos que se desechen más, por ejemplo aluminio (latas de refresco, alimentos, etc.), plástico, vidrio, cartón y material orgánico e inorgánico. La función no sólo será de almacenar la basura ahí hasta llegar a donde se vacía, sino también el camión la comprimirá para que sea más fácil de reciclar.

Algunos obstáculos son que la gente en México no tiene la cultura para separar y reciclar basura, pero para lograr esto necesitamos la ayuda del gobierno y de la gente en especial. La mejor manera de lograrlo es siguiendo el camino que algunos países usaron que es: la gente que separe su basura recibirá dinero a cambio o bonos de despensa durante los primeros años ayudando a que la gente haga conciencia y se les haga un hábito. Después será obligatorio. Con todo esto el país obtendrá beneficios como es el reciclaje de basura y menos contaminación.

Figura 21: Camión de basura con divisiones.

### Cargador para baterías solar



Alejandro Salas Coronado 1030065  
Guillermo Montemayor 1030089  
Jorge H. Tinajero 600225  
Valeria González 916564



El cargador solar, funcionará mediante el uso de celdas fotovoltaicas, que convierten los fotones en electrones, es decir, la energía solar, en energía eléctrica.

El proyecto, como antes mencionado, constará de celdas fotovoltaicas. Con esto se pretende reducir costos por energía eléctrica, como la idea encontrada en una de las páginas visitadas, que fue que en un futuro si se llega a desarrollar al máximo ésta idea, la energía eléctrica en los hogares sería prácticamente gratuita. Aunque en realidad nuestro proyecto se orienta a un cargador solar de baterías, tiene la misma misión.

Para esto necesitaremos aprender acerca de los semiconductores que se utilizan para las celdas fotovoltaicas. Por lo tanto las materia que nos podrían apoyar sería referente a materiales conductores de energía, también materia de electricidad, etc. Y en general los maestros de los departamentos de física y química.

A las empresas que pudiese resultarles interesante serían empresas líderes en el desarrollo de baterías y electricidad, como podrían ser Energizar, Sony, Duracell, o bien, gobiernos que tengan en su poder la administración de servicios eléctricos en el país, como puede ser México.

Figura 22: Cargador para baterías solar.

### Salvavidas con Motor



Carlos González  
Israel Espinosa  
Mariana Maldonado



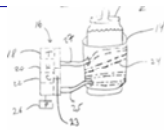
El proyecto es un salvavidas con motor impulsado por energía solar. Constará de un pequeño motor en la parte trasera del salvavidas, colocado de una manera que no llegue a causar daño a la persona, el material de la hélice será de un plástico resistente al agua y además no muy duro, llevara consigo en la parte de arriba unas no muy grandes celdas solares, que como su función lo dice transformaran la energía del sol en energía para hacer trabajar el motor y así girar la hélice.

Se necesita adquirir mucho mas conocimientos de energías, de transferencias y de materiales para poder realizar esto, poder hacer un modelo, y construirlo, hace falta en general conocimientos y saber aplicarlos para el producto.

Materias como mecánica, ingeniería de materiales, SIM, ingeniería eléctrica, diseño de piezas de maquinas, y las materias base, servirían como base para desarrollar proyectos como éste.

Figura 23: Salvavidas con motor.

### Enfriador instantáneo



Guillermo Salazar 793656  
Daniel Marín Benavides 645095  
José Carlos Gómez 916554  
Guillermo García Silva 916817



El enfriador instantáneo tendrá forma de un cubo. El cubo tendrá materiales aislantes como los que usan las hieleras. Por dentro tendrá un abanico que ventile el aire de la cámara principal. El interior tendrá un deposito de hielo seco que se ubicará alrededor de la cámara principal. El ventilador hará que los objetos por congelar se enfríen uniformemente ya que el aire circulará por el depósito de hielo seco y la cámara principal.

El abanico solo necesitará poca energía eléctrica o se podría hacer manual con una manija para rotar el ventilador.

El producto sería portátil, ligero y relativamente pequeño, o bien se podría hacer del tamaño adecuado para que entre un refresco de envase de 2 litros.

Los objetos a enfriar serían especialmente bebidas embotelladas o cualquier otra cosa que se necesite enfriar en poco tiempo excepto botellas de vidrio ya que no tolera cambios de temperatura muy bruscos.

Se optó por usar el hielo seco al ves de el nitrógeno líquido debido a que el segundo es más difícil de manejar. Se usarán cartuchos de hielo seco que se puedan reemplazar fácilmente.

Figura 24: Enfriador instantáneo.

### Gas no contaminante para carros



Alan Cantú 916063  
Alejandro Piccone 916087  
David Montemayor 916046  
Guillermo Putz 916532  
Ramiro González 916599



Se comenzó con la idea de poner algún filtro para reducir los gases que emiten los carros, pero la idea era muy vaga. Con la investigación de las patentes y un poco más de discusión en equipo acerca de lo que se quería lograr concretamos la idea mucho más para tener como objetivo encontrar moléculas o sustancias que pudieran reaccionar con el "monóxido de carbono" que emite el carro y así liberar un gas no contaminante.

Los automóviles actuales cuentan con un catalizador que mejora las emisiones, sin embargo, hace falta ir mejorando cada vez más las emisiones porque su presencia aumenta casi exponencialmente.

Dado a que queremos enfocarnos en eliminar los gases de emisión que producen los carros por un medio de reacción con el "monóxido de carbono" y así formar otra sustancia no tóxica y dañina para el ambiente, necesitaríamos más conocimientos acerca de la química para así conocer las diferentes moléculas o sustancias que pueden actuar fácilmente con estos gases producidos por los automóviles.

Figura 25: Gas no contaminante para carros.

### Fuentes de energía alternas: hidrogeno como combustible.



Se buscaron fuentes de energía alterna para carros y nos enfocamos en la utilización del hidrogeno como combustible.

Ya existen varios métodos que utilizan el hidrogeno, que son muy buenos y que ya existen pero tienen algunos problemas en su funcionamiento.

Muchas grandes compañías de autos ya tienen prototipos que utilizan el hidrogeno. Estos funcionan por medio de fuel-cells que son baterías que utilizan el hidrogeno y el oxigeno para producir electricidad y esta a su vez en movimiento sin ningún tipo de contaminación ya que la reacción que produce el hidrogeno y el oxigeno solo genera agua.

El problema de esto es que la distribución y el almacenamiento del hidrogeno es muy complicado por lo que la utilización del hidrógeno es limitada. Existen algunos métodos para producir hidrogeno a partir de otras sustancias pero estos métodos no son del todo efectivos ya que producen otros gases además del hidrogeno.

Nuestra intención es crear un método de obtención de hidrogeno que sea eficiente y que facilite la utilización de estas fuel-cells ya que es un método que no produce contaminación.

Para realizar este proyecto tal vez necesitaríamos ayuda de maestros de química que conocen más sobre los efectos que producen algunas reacciones.

Figura 26: Fuentes de energía alternas: hidrógeno como combustible.

## Control Remoto con alarma



Tere Vázquez Victoria 615443  
 Jorge Iracheta Vallejo 615652  
 Javier Esparza Garza 642477  
 Alfredo Peña



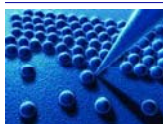
El proyecto consiste en reunir las características más buscadas en los controles remotos para televisores las cuales son, un localizador y un material resistente a caídas. Prácticamente sigue siendo la misma idea, un control remoto, sin embargo agregamos nuevas ideas para hacerlo más atractivo. Buscamos de nuevo patentes con estas características y solamente las encontramos por separado.

Habrá desde conocimientos sencillos que probablemente se vean en materias de tronco común para la ingeniería, sin embargo creemos que también deberemos de comprender términos mucho más específicos para ver de manera más profunda la forma en que trabaja un control remoto.

Específicamente, en nuestro caso, los conocimientos que necesitamos adquirir durante nuestra carrera son el funcionamiento del control remoto, el funcionamiento de los aparatos que pueden ser utilizados para localizar objetos, como podemos integrar estos dos aparatos.

Figura 27: Control remoto con alarma.

## Nanotecnología aplicada a la medicina



Mauricio Amores  
 Jose Miguel Benavides  
 Gerardo Sosa  
 Ignacio de Zamacona



Un tema muy discutido es como jugará papel la nanotecnología en la medicina.

La idea sería crear una píldora que te tomes y al momento en que esta se disuelva soltará estos pequesísimos ordenadores dentro del cuerpo humano para que individualmente deshagan cada átomo o célula dañada por cáncer o cualquier otra enfermedad similar.

Actualmente no existe esta tecnología en grandes proporciones si no es lo que se cree será el siguiente paso de la evolución de la ciencia lo cual provendrá de una mezcla de la física y la química.

Durante nuestra carrera tendríamos que estar en contacto con nuestros maestros de física y de química, al igual que estar al pendiente de lo que esta sucediendo actualmente con la nanotecnología.

Nuestra idea no es desarrollar el proceso de crear objetos al nivel atómico, sino utilizar esta tecnología, cuando esta este disponible, para aplicarla dentro de la medicina.

Claro que también se necesitaría estar en contacto con el departamento de medicina para así tener bases no solo físicas y químicas para que funcione el proceso, sino también apoyo médico para guiarnos a la hora de buscar las celular afectadas, eliminación de las mismas, etc.

Figura 28: Nanotecnología aplicada a la medicina.

## Nuevas Opciones de refrigeración y congelación para la industria.



Edgar Perea 617402  
Alberto Canales 794145  
Felipe Sada 795435  
Roberto López 789544



Lo que se pretende desarrollar es nuevas opciones de refrigeración y congelación para la industria.

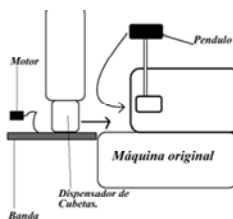
Hemos encontrado algunos métodos para bajar la temperatura de gases que pueden ser usados en refrigeradores y congeladores industriales con el fin de disminuir o eliminar la emanación de gases que dañen el medio ambiente.

Efecto Joule-Thompson.  
Efecto Ranque.  
Termo acústica.

Las empresas que pueden estar interesadas en este proyecto son aquellas dedicadas a la producción de bebidas, helados y todas aquellas que utilicen refrigeradores y congeladores de capacidad industrial.

Figura 29: Nuevas opciones de refrigeración y congelación para la industria.

## Péndulo mecanizado



Antonio Manchaca 916012  
Roberto Guillén 795301  
Eduardo Mellado 916531  
Federico Crespo 600014  
Edmundo Zepeda 916534



La solución se basa en un péndulo mecanizado (no mecánico eléctrico) que bota las cubetas llenas mientras que una banda con un motor poco costoso (como el de una caminadora) recorre las cubetas vacías.

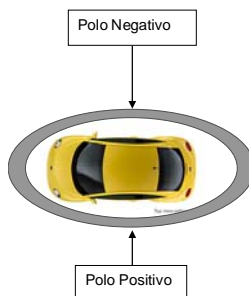
No se encontró una patente igual o altamente parecida. Pero podría decirse que es una combinación de varias patentes dentro de un mismo mecanismo. Estas patentes son las siguientes.

- \*Banda eléctrica,
- \*Despachador de tazas
- \*Péndulo

La solución planteada, es viable, puesto que es una conjunción de mecanismos que ya existen, sólo que adaptados para una función específica.

Figura 30: Péndulo mecanizado.

## Parachoques Magnéticos



El proyecto será "Parachoques Magnéticos". El principio es simple, poner un imán en forma de dona alrededor de los autos, así cuando vayan a chocar se repelerán y se evitará el choque. Si todos los carros tuvieran uno como éstos sería más seguro y claro todos tendrían que tener el polo positivo hacia fuera.

Ventajas: Reducir Número de coches.

Desventajas: Todos tendrían que tener uno.

El reto aquí es encontrar algo que no sea un imán, por lo caro y porque siempre esta presente el magnetismo, podría ser una fuerza electromagnética que con un sensor, cuando se acerque mucho otro carro se active y lo repela.

El proyecto es físicamente posible. Necesitaremos conocimientos en fuerzas electromagnéticas, sensores de proximidad, efectos del magnetismo en instrumentos.

Las materias que nos podrían ayudar a hacer realidad el proyecto serían: Mecánica de materiales, dinámica, mecanismos, metodologías de diseño, ingeniería de materiales, diseño de elementos de máquinas, dibujo computarizado.

Esta tecnología se le vendería a empresas fabricantes de carros como: BMW, Daimler-Chrysler, Ford, GM, etc.

Figura 31: Parachoques magnéticos.

## Planta tratadora de agua casera

El proyecto es una planta tratadora de agua casera, dicha planta contará con un sistema en el cual la rapidez irá de la mano con la calidad de limpieza del agua, poniendo al alcance de las personas un sistema por el cual el uso del ésta será realmente benéfica hablando del ahorro de agua, ya que el agua estará siendo reutilizada y además de esto, la circulación no se verá dañada por los desechos que pueda acarrear a lo largo de dicho proceso.

Este sistema, tratador de aguas residuales funciona utilizando cloro líquido suministrado por tuberías hacia un tanque de almacenamiento donde las aguas residuales se encuentran. Utilizando el cloro se limpia esta agua, misma que es filtrada y tratada adecuadamente gracias a diversos compartimientos donde la recirculación, turbulencia y mezcla del cloro con las aguas residuales nos dan como producto agua tratada la cual se puede utilizar para riego u otros usos con agua no potable. Así como existe esta patente, existen muchas otras.

Se realizó una investigación mas profunda sobre el tema y descubrimos que esta idea de tener un sistema de purificación casero no es nada raro y sería demandado/necesitado más en áreas rurales, sin acceso a servicios de drenaje donde este sistema de purificación de agua se vuelve algo necesario.

Lo cual prueba que esta idea es una idea "aterizada" con posibilidad de ser realizada y con áreas de mejora potenciales. Sin duda del tratar el agua es un paso importante para conservar y administrar bien este recurso vital, que a futuro tendrá que fomentarse más la cultura del cuidado del agua y la utilización de algún sistema de administración y reciclaje del agua.

Carlos A. Castro Gtz. 00615639  
 Ángel Rodrigo Chávez Oviedo 565173  
 Lino Eliu Becerra Cota 793255  
 Rubén Bouchez Ayub 790806



Figura 32: Planta tratadora de agua casera.



### Protector solar para autos

El proyecto es crear un protector solar que proteja al automóvil de los rayos ultravioletas del sol.

Hemos escuchado sobre la existencia de los parasoles traseros en diversos carros, pero lo que nosotros queremos lograr es diseñar un protector solar automático, que al accionar la alarma del auto, no solo se accione el seguro de este, sino que también se suban los vidrios y que de la parte superior del parabrisas se despliegue una película protectora. Eso es básicamente lo que tenemos en mente para el proyecto.

Algunos de los maestros que nos podrían ayudar serían alguno especializados en ingeniería y también de diseño industrial.

Las empresas a las que les podríamos vender el producto pues a cualquiera de carros ya sea BMW, Volkswagen, Honda, Mercedes, etc.

Cesar González 1085365  
Cassandra Contreras 599712  
Hugo Villarreal 1030030  
Manuel Martínez 615865



Figura 33: Protector solar para autos.

### Sensor de autos para prevenir choques

El proyecto es un dispositivo que alerte a los conductores de los vehículos para prevenir un posible accidente a causa de una distracción o incluso a la fatiga o adormecimiento, y que al no ser percibido tenga diferentes vías de acción para poner a salvo al conductor, así como a las demás personas que estén cerca y puedan ser afectadas por el posible accidente.

De una forma estructurada, pensamos detectar el adormecimiento mediante distintos factores como la presión en la circunferencia del volante y los cambios de aceleración en el vehículo; al detectarse un comportamiento anormal se van accionando diferentes tipos de alertas que pueden desactivarse con presionar un botón como son el encendido de la radio a un alto volumen o el de una alarma, también podría usarse una fuerte vibración en el cinturón de seguridad y el asiento del conductor o por último, el rocío de un fluido al rostro, de no funcionar estas medidas de alarma se procedería a utilizar los sensores de aproximación y disminuir la velocidad sin causar algún siniestro ya sea por la parte trasera y delantera del vehículo avisando a los vehículos cercanos sobre el problema, todo esto hasta llegar al punto de detener el vehículo y poder recibir ayuda del exterior.

Toda esta información es posible de adquirirse en las materias de nuestro plan de estudios como lo son Diseño de Elementos de Máquinas, Sistemas de Control I y II, Metodologías de Diseño y Computación para Ingeniería, sin embargo, materias de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica serían aún más útiles para trabajar con este proyecto.

Nuestro reto consistirá en la innovación de los modelos ya existentes y de reducir los costos del producto aumentando su calidad y eficiencia, esto solo puede darse mediante el adecuado uso de la tecnología.



Gerardo Villarreal González 615869  
Roberto Rendón 916542  
Diego Costilla 916680  
Gabriel Pérez Marcos 916739



Figura 34: Sensor de autos para prevenir choques.

## Capítulo 5.

### Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se encuentra la información referente a los objetivos alcanzados mediante esta investigación.

#### 5.1 Conclusiones

Esta tesis busca contribuir al estudio del uso de herramientas y medición de la creatividad de los alumnos de nuevo ingreso de ingeniería del ITESM (Campus Monterrey) pero este estudio puede también ser aplicado a otras profesiones pues los instrumentos utilizados para medir la creatividad no son exclusivamente diseñados para la ingeniería.

Es importante señalar que las características sociodemográficas de ambos grupos de estudio son muy similares: los alumnos, en su mayoría varones, tienen entre 18 y 19 años de edad, son solteros y la mayoría aún sin experiencia laboral. El porcentaje más alto indica que sus padres cuentan con estudios de nivel superior (licenciatura), además, señalan que el gusto por la carrera de ingeniería fue su prioridad al elegir que carrera estudiar. Estos jóvenes de primer ingreso cuentan con una motivación inicial respecto a su carrera: quieren convertirse en ingenieros por gusto propio.

Los instrumentos para conocer los estilos de aprendizaje, para indagar sobre un perfil autodirigido y para medir la creatividad fueron aplicados como un análisis inicial de los alumnos de nuevo ingreso que cursan la materia de Introducción a la Ingeniería, sin embargo, pueden volver a ser aplicados en cualquier otro momento cuando los alumnos cursen semestres posteriores, de tal manera que pueda seguirse una continuidad del desarrollo de sus proyectos.

La Teoría de Resolución Inventiva de Problemas (TRIZ), introducida en el grupo piloto, puede aportar conocimiento y habilidades en la simplificación técnica de los productos y

procesos, en la resolución de conflictos y contradicciones técnicas y en la concepción dinámica de la nueva generación de productos y procesos.

En este primer momento de análisis descubrimos que, a comparación de grupo control, el grupo piloto mostró un perfil autodirigido alto en el uso de la experiencia y conciencia crítica lo que evidencia que los alumnos hacen uso de la experiencia acumulada en la resolución de problemas (de la vida diaria y de otra índole), además de valorar la experiencia propia también son capaces de valorar la experiencia de los demás. Practican la reflexión crítica, ejercicio que se convierte en una herramienta de la creatividad aplicada a los proyectos generados en clase.

Aunque la mayoría de los alumnos de los grupos control y piloto obtuvieron un puntaje “por encima de la media” en el Test de Creatividad, en los resultados del grupo piloto hubo un mayor porcentaje de alumnos que obtuvieron puntajes de la categoría “muy creativos”. En futuras investigaciones valdría la pena volver a aplicar este instrumento para apreciar si en ambos grupos existe un cambio en los puntajes de la categoría “muy creativo”.

Con respecto a la comparación de las calificaciones finales, el grupo control obtuvo un promedio grupal ligeramente mayor al grupo piloto, sin embargo ambos promedios pueden clasificarse como muy satisfactorios pues ambos están por encima del 9.5 (escala donde el máximo es 10). En este estudio se logró observar que, en una etapa inicial, los grupos control y piloto no manifiestan un contraste considerable en el uso y aplicación de herramientas creativas.

## 5.2 Recomendaciones

A la creatividad se le define de múltiples formas y, en futuras investigaciones puede considerarse abordar a la creatividad desde tres ángulos de un mismo proceso, desde el ángulo de la persona-producto, desde el ángulo de l proceso y desde el ángulo de la interacción de la persona y el medio. En el primer ángulo, para entender la creatividad, debe considerarse que las personas no sólo deben tener ideas propias sino que deben ser capaces de comunicarlas. Desde el ángulo del proceso, la creatividad se define como una

transformación de información personal o medio. Y, desde el ángulo de la interacción de la persona con el medio se debe analizar la forma en que los intereses, las actitudes, las motivaciones, etc. (condición intrínseca de la persona) interactúan con las condiciones ambientales y situacionales, las influencias sociales tales como la familia y la cultura (condiciones extrínsecas).

Es recomendable que las pruebas de creatividad, Cuestionario de Estilos de Aprendizaje VARK, Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido CIPA y Test de Creatividad, sean aplicadas nuevamente para realizar un estudio longitudinal que contemple evaluar la creatividad de los alumnos a lo largo de su carrera de ingeniería. Además, sería recomendable que se estudiaran los elementos de creatividad que se manejan dentro de la Teoría de Resolución de Problemas (TRIZ).

## REFERENCIAS

- Alcahud López, M. C. y Morcillo, P. (2005). *Creatividad que esta en los cielos*. Fomento de la innovación tecnológica, Tribuna de debate. Recuperado el 7 de octubre de 2005, de: <http://www.madrimasd.org/revista/revista30/tribuna/tribuna1.asp>
- ANUIES. (2000). *La Educación Superior en el Siglo XXI: Líneas estratégicas de desarrollo*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2005, de: <http://www.anuies.mx/index1024.html>
- Ballester, A. (2002). El aprendizaje significativo en la práctica. Rescatado el 14 de febrero de 2006, de: <http://www.cibereduca.com/aprendizaje/LIBRO.pdf>
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de Investigación Educativa: Guía práctica*. Barcelona, España: CEAC.
- Boden, M. A. (2004). *Dimensions of creativity*. Cambridge, Mass. MIT Press
- Carreras profesionales. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Recuperado el 20 de febrero de 2006, de: [http://cmportal.itesm.mx/wps/portal/wcmAspirantes/?New\\_WCM\\_Context=http://cmpublic.itesm.mx/wps/wcm/connect/ITESM/Aspirantes/Profesional/Carreras+profesionales/Carreras+Profesionales](http://cmportal.itesm.mx/wps/portal/wcmAspirantes/?New_WCM_Context=http://cmpublic.itesm.mx/wps/wcm/connect/ITESM/Aspirantes/Profesional/Carreras+profesionales/Carreras+Profesionales)
- Cázares, Y. (2006). *Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA)*.
- CreatingMinds. (s/f). *Creating a Creative Climate*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2005, de: [http://creatingminds.org/articles/creative\\_climate.htm](http://creatingminds.org/articles/creative_climate.htm)
- Cropley, A. J. (2000). *Defining and measuring creativity: Are creativity tests worth using?*. *Roeper Review*; 23, 2; ProQuest Education Journals. Recuperado de la Biblioteca Digital del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey el 14 de octubre de 2005, de: [http://biblioteca.itesm.mx/nav/contenidos\\_salta2.php?col\\_id=pqd:educ](http://biblioteca.itesm.mx/nav/contenidos_salta2.php?col_id=pqd:educ)
- Csikszentmihalyi, M. (1998). *Creatividad: El Fluir y la psicología del descubrimiento y la invención*. Barcelona, España: Paidós Transiciones.
- Davis, G. A. y Scott, J. A. (1992). *Estrategias para la creatividad* (3era. ed.). México: Paidós Educador.
- De la Torre, S. (2004). *Creatividad y formación* (3era. ed.). México: Trillas.
- Diccionario de las Ciencias de la Educación. (1998). México: Santillana.
- EDUTEKA. (2003). *Visiones para el 2020, La Transformación de la Educación y el Entrenamiento por Medio de Tecnologías Avanzadas*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2005, de: <http://www.eduteka.org/Visiones4.php>
- Fey, V. y Rivin, E. (1996). *TRIZ: A New Approach to Innovative Engineering & Problem Solving*. The TRIZ Group, L.L.C. Recuperado el 19 de Noviembre de 2005, de: <http://www.trizgroup.com/articles/TRIZ-A-New-Approach.pdf>

- Fleming, N.D; (1995), *I'm different; not dumb. Modes of presentation (VARK) in the tertiary classroom*, in Zelmer, A., (ed.) *Research and Development in Higher Education*, Proceedings of the 1995 Annual Conference of the Higher Education and Research Development Society of Australasia (HERDSA), HERDSA, Volume 18, pp. 308 – 313
- Fleming, N. (2001). *A guide to learning styles VARK*. Recuperado el 17 de octubre de 2005, de: <http://www.vark-learn.com/questionnaire/>
- Flores Ríos, B. y Gallo Ramírez E. (1998). *Cualidades del ingeniero competente*. Ingeniería y Sociedad. Recuperado el 20 de febrero de 2006, de: [http://www.itlp.edu.mx/publica/revistas/revista\\_isc/anteriores/mar98/inge.htm](http://www.itlp.edu.mx/publica/revistas/revista_isc/anteriores/mar98/inge.htm)
- Ginés Mora, J. (2004). *La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revista/rie35a01.htm>
- González, D. (2002). *Tabla de diferenciación*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2005, de: <http://www.neuronilla.com/tabla.htm>
- González Quitián, C. (1999, 10 de julio). *Creatividad en el escenario educativo Colombiano*. *Educar*, 10. Recuperado el 09 de Septiembre de 2005, de <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/10/10carlos.html>
- González Quitián, C. A. (s/f). *Creatividad, orígenes y tendencias*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 7 de octubre de 2005, de: <http://www.manizales.unal.edu.co/procrea/descargas/Origenytenden.pdf>
- González Quitina, C. A. (s/f). *Fundamentación introductoria sobre pensamiento creativo*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 14 de octubre de 2005 de: [www.manizales.unal.edu.co/procrea/descargas/Fundacreativa.pdf](http://www.manizales.unal.edu.co/procrea/descargas/Fundacreativa.pdf)
- González Quitian. (s/f). *Conferencia vivencial: Indicadores del Talento creativo*. Recuperado el 15 de octubre de 2005, de: [www.manizales.unal.edu.co/procrea/descargas/Indicadorescrea.pdf](http://www.manizales.unal.edu.co/procrea/descargas/Indicadorescrea.pdf)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw – Hill Interamericana de México, S. A. de C. V.
- Instituto Avanzado Creatividad Aplicada Total. (2001). *Entrevista con Mauro Rodríguez*. Recuperado el 1 de abril de 2006, de: <http://www.iacat.com/entrevistas/entre.htm>
- Martínez Rizo, F. (1999). *Nueve retos para la Educación Superior: funciones, actores y estructuras*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. Recuperado el 19 de Septiembre de 2005, de: <http://www.anui.es.mx/index1024.html>
- Riado A., Robinson, J. E. y Zaiter, J. (2004). *¿Cómo educar la creatividad en el contexto actual?*. *Intangible Capital*, 2. Recuperado el 30 de Septiembre de 2005, de: <http://www.intangiblecapital.org/Articulos/N2/0024.htm>
- Sátiro, A. (s/f). *Creatividad y educación reflexiva: un artículo para dialogar*. *Mundos Reflexionados*. Recuperado el 8 de Marzo de 2006, de: [http://personal.telefonica.terra.es/web/crearmundos/Revista/Edicao01/Educacion/Edu\\_Creatividad\\_Educacion.htm](http://personal.telefonica.terra.es/web/crearmundos/Revista/Edicao01/Educacion/Edu_Creatividad_Educacion.htm)

Soriano de Alencar, E. (1999, 10 de julio). Educación para la creatividad. *Educar*, 10. Recuperado el 09 de Septiembre de 2005, de <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/10/10eunice.html>

Tecnológico de Monterrey. (2005). Recuperado el 10 de Enero de 2006 de: [http://cmportal.itesm.mx/wps/portal/!ut/p/kcxml/04\\_Sj9SPykssy0xPLMnMz0vM0Y\\_QjzKL\\_N4i3dAXJgFjGpvqRqCKOcaFfj\\_zcVH1v\\_QD9gtzQiHJHRUUA\\_FMyKw!!/delta/base64xml/L0lDU0lKQ1RPN29na2tBISEvb0lvUUFBSVFnakZJQUFRaENFSVFqR0EhLzRKRmlDbzBlaDFpY29uUVZHaGQtLzdfMF9DTg!!?WCM\\_PORTLET=PC\\_7\\_0\\_CN\\_WCM&WCM\\_GL\\_OBAL\\_CONTEXT=http://cmublish.itesm.mx/wps/wcm/connect/ITESM/Con%C3%B3cenos/Tecnol%C3%B3gico+de+Monterrey/](http://cmportal.itesm.mx/wps/portal/!ut/p/kcxml/04_Sj9SPykssy0xPLMnMz0vM0Y_QjzKL_N4i3dAXJgFjGpvqRqCKOcaFfj_zcVH1v_QD9gtzQiHJHRUUA_FMyKw!!/delta/base64xml/L0lDU0lKQ1RPN29na2tBISEvb0lvUUFBSVFnakZJQUFRaENFSVFqR0EhLzRKRmlDbzBlaDFpY29uUVZHaGQtLzdfMF9DTg!!?WCM_PORTLET=PC_7_0_CN_WCM&WCM_GL_OBAL_CONTEXT=http://cmublish.itesm.mx/wps/wcm/connect/ITESM/Con%C3%B3cenos/Tecnol%C3%B3gico+de+Monterrey/)

Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey. Recuperado el 11 de Enero de 2006 de: <http://www.mty.itesm.mx/nuestrocampus/historia/home.html>

Test de creatividad: ¿Eres una persona creativa?. Recuperado el 14 de Noviembre de 2005, de: <http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/06/test/>

TRIZ Group. (2005). *Generating Powerful Forces of Innovation*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2005, de: <http://www.trizgroup.com/index.html>

TRIZ: Herramientas de productividad para sus necesidades de innovación. Recuperado el 17 de Enero de 2006, de: <http://www.triz.net/metodo.html>

Vázquez, C. y González, C. A. (2004). *Creatividad, Ambiente y Aula en Educación Superior. Creando*, 1, 4-10. Recuperado el 29 de septiembre de 2005, de: [http://www.manizales.unal.edu.co/modules/unrev\\_creando/index.php?mod=revistas](http://www.manizales.unal.edu.co/modules/unrev_creando/index.php?mod=revistas)

Wikipedia. (2006). The Free Encyclopedia. Recuperado el 1 de abril de 2006, de: <http://en.wikipedia.org/wiki/ANOVA>

## Anexo 1: Encuesta socio-demográfica

### ENCUESTA

Nombre completo:

Edad:

Sexo:

Lugar de nacimiento:

Estado civil:

Realiza otros estudios:

¿Cuáles?

¿Trabaja actualmente?

Escolaridad del padre:

Ocupación del padre:

Escolaridad de la madre:

Ocupación de la madre:

Ha implementado alguna herramienta para fomentar la creatividad

¿Cuál?

Selecciona un motivo como respuesta, circulando el inciso que consideres más adecuado para tu respuesta. Elegí ser ingeniero porque...

a. Mi papá es ingeniero

b. El prestigio de la carrera

c. Responsabilidad para dirigir empresa familiar

d. Problemas con el examen de admisión de otra carrera

e. Otros:



## Anexo 2: Cuestionario de Estilos de Aprendizaje (VARK)

### El cuestionario de VARK sobre Estilos de aprendizaje

Este cuestionario tiene como propósito saber algo acerca de sus preferencias sobre cómo trabaja con información. Tú tienes un estilo de aprendizaje preferido y una parte de ese Estilo de Aprendizaje es tu preferencia para capturar, procesar y entregar ideas e información.

Escoge las respuestas que mejor explican tu preferencia y escribe la letra en la línea correspondiente. Selecciona más de una respuesta si una respuesta simple no encaja con su percepción. Deje en blanco toda pregunta que no se aplique.

1. Estás por darle instrucciones a una persona que está a un lado tuyo. Esa persona es de fuera, no conoce la ciudad, está alojada en un hotel y quedan en encontrarse en otro lugar más tarde. ¿Qué harías?
  - a. Dibujo un mapa en un papel.
  - b. Le digo cómo llegar.
  - c. Le escribo las instrucciones (sin dibujar un mapa).
  - d. La busco y recojo en el hotel.
  
2. No estas seguro de cómo se deletrea la palabra trascendente o trascendente. ¿Que harías?
  - a. Busco la palabra en un diccionario.
  - b. Veo la palabra en mi mente y escojo según como la veo
  - c. La repito en mi mente.
  - d. Escribo ambas versiones en un papel y escojo una.
  
3. Acabas de recibir una copia de un itinerario para un viaje mundial. Esto le interesa a un/a amigo/o. ¿Que harías?
  - a. Hablarle por teléfono inmediatamente y contarle del viaje.
  - b. Enviarle una copia del itinerario impreso.
  - c. Mostrarle un mapa del mundo.
  - d. Compartir que planea hacer en cada lugar que visite.
  
4. Estas por cocinar algo muy especial para su familia. Tu:
  - a. Cocinar algo familiar que no necesite receta o instrucciones
  - b. Da una vista a través de un recetario por ideas de las fotos.
  - c. Busca un libro de recetas específico donde hay una buena receta.
  
5. Un grupo de turistas te han sido asignados para que les explique del Área Nacional Protegida. Tu:
  - a. Organiza un viaje por el lugar.
  - b. Les muestra fotos y transparencias
  - c. Les da un folleto o libro sobre las Áreas Nacionales Protegidas.
  - d. Les da una platica sobre las ANP.
  
6. Tu estás por comprarte un nuevo estéreo. ¿Qué otro factor, además del precio, influirá tu decisión
  - a. El vendedor le dice lo que usted quiere saber.
  - b. Leyendo los detalles sobre el estéreo.
  - c. Jugando con los controles y escuchándolo.
  - d. Luce muy bueno y a la moda (padre, cool, chido).
  
7. Recuerda un momento en tu vida en que aprendiste a hacer algo como a jugar un nuevo juego de cartas. Trata de evitar escoger una destreza física, como andar en bicicleta. ¿Cómo aprendiste mejor?
  - a. pistas visuales—fotos, diagramas, cuadros...
  - b. instrucciones escritas
  - c. Escuchando a alguien que se lo explicaba.
  - d. haciéndolo o probándolo.

8. Si tienes un problema en un ojo, tu prefieres que el doctor:
  - a. le diga que anda mal.
  - b. le muestre un diagrama de que está mal.
  - c. use un modelo para enseñarle qué está mal.
  
9. Estas a punto de aprender un nuevo programa en la computadora. Tu:
  - a. se sienta frente al teclado y empieza a experimentar con el programa.
  - b. lee el manual que viene con el programa.
  - c. Telefonea a un amigo y le hace preguntas sobre el programa.
  
10. Tu vas en tu coche, a otra ciudad, en donde tienes amigos que quieres visitar. Tu quisieras que ellos:
  - a. le dibujen un mapa en un papel.
  - b. le den las instrucciones para llegar.
  - c. escriban las instrucciones (sin el mapa)
  - d. lo esperen a usted en la gasolinera de la entrada a la ciudad.
  
11. Aparte del precio, ¿qué influirá más tu decisión de compra de un libro de texto particular?
  - a. Usted ha usado una copia antes.
  - b. Un amigo le ha platicado acerca del libro.
  - c. Un amigo le ha platicado acerca del libro.
  - d. El diseño de la pasta del libro es atractiva.
  
12. Una nueva película ha llegado a los cines de la ciudad. ¿Qué influirá mas en la decisión de ir al cine o no (asumiendo que tienes el dinero para los boletos)?
  - a. Ud. oyó en el radio acerca de la película
  - b. Ud. Leyó una reseña de la película.
  - c. Ud. vio una reseña en la tele o en el cine.
  
13. Prefieres que un profesor/maestro o conferencista use:
  - a. Un libro de texto, copias, lecturas.
  - b. Un diagrama de flujo, cuadros, gráficos, dispositivas.
  - c. Sesiones prácticas, laboratorio, visitas, viajes de campo.
  - d. Sesiones prácticas, laboratorio, visitas, viajes de campo.

### Forma de calificación

Utiliza la siguiente tabla para encontrar la categoría VARK que corresponde al tipo de respuestas que contestaste.

Marca la letra que corresponda a tu(s) respuestas en cada pregunta. Ejemplo: si contestaste b y c en la pregunta 3, marca la R y la V en ese renglón.

Pregunta	Categoría a	Categoría b	Categoría c	Categoría d
1	V	A	R	K
2	R	V	A	K
3	A	R	V	K
4	K	V	R	A
5	K	V	R	A
6	A	R	K	V
7	V	R	A	K
8	A	V	K	R
9	K	R	A	V
10	V	A	R	K
11	K	A	R	V
12	A	R	V	K
13	R	V	K	A

### Calculando el puntaje

Cuenta el número de cada una de las letras de VARK que respondiste en cada categoría

Total de V marcadas=

Total de A marcadas=

Total de R marcadas=

Total de K marcadas=

La letra que hayas escogido mayor número de veces representa el estilo de aprendizaje que prefieres. Si no existe diferencia significativa (mayor de 4 puntos entre una y otra) puede ser que tú reflejes una preferencia multimodal. Las personas multimodales tienen la ventaja de ser más flexibles en dar y recibir información; sin embargo, necesitan sentirse satisfechos en cada una de las modalidades que presentas:

Los individuos que tienen preferencia **Visual (V)** se les facilita la lectura de información en tablas, gráficas, diagramas de flujo y todos aquellos símbolos gráficos.

Los alumnos en modalidad **Aural (A)** tienen preferencia sobre aquella información que es escuchada. Estos alumnos aprenden mejor por medio de lecturas, tutoriales, cassettes y hablando con otros estudiantes.

En la modalidad **Lectura/Escritura (R)** entran los alumnos que prefieren adquirir información que esta escrita.

En la modalidad **Quinestésica, hacer (K)** se refiere a aquellos alumnos que se relacionan con el uso preferente de la experiencia y la práctica. La idea es que el alumno se relacione con la realidad, ya sea a través de su experiencia, la aplicación de casos, simuladores, etc.

---

El presente instrumento fue tomado del portal de Neil Fleming (2001). A guide to learning styles VARK. URL: <http://www.vark-learn.com/questionnaire/>

### Anexo 3: Cuestionario de Indagación de un Perfil Autodirigido (CIPA)

#### Opciones de respuesta:

1. Me siento y pienso así de manera rutinaria-es una práctica regular en mi-
2. Me siento y pienso así ocasionalmente
3. No me siento ni pienso así, aunque a veces lo considero
4. No me siento ni pienso así casi nunca
5. No me siento ni pienso así nunca

Preguntas/ Opciones	1	2	3	4	5
1. Sé identificar alternativas de solución a los problemas					
2. Administro bien el tiempo, me gusta hacer las cosas antes					
3. Ante una tarea escolar, utilizo diversas fuentes y recursos para su realización.					
4. Creo en autocontrol y lo practico					
5. Distingo tanto conductas adecuadas como inadecuadas					
6. El éxito no es cuestión de suerte					
7. Entiendo y acepto las consecuencias de mis decisiones					
8. Hago lo que tengo que hacer para alcanzar de manera					
9. Me adapto con facilidad					
10. Me pongo objetivos para orientar mi rumbo					
11. Poseo potencial para realizar mis metas					
12. Poseo una idea clara de lo que quiero en mi vida					
13. Puedo distinguir entre algo importante pero no urgente					
14. Puedo distinguir entre algo importante y urgente					
15. Puedo identificar aseveraciones insostenibles					
16. Puedo identificar cuando "el grupo" me presiona para decidir sobre algo					
17. Puedo identificar mis sentimientos					
18. Reconozco mis limitaciones, derechos y necesidades					
19. Reconozco que poseo una amplia gama de alternativas para alcanzar mis metas					
20. Reconozco y pido ayuda cuando es necesario					
21. Respeto los puntos de vista diferentes a los míos					
22. Sé cuales son mis fortalezas y debilidades					
23. Sé cuando debo esforzarme más					
24. Sé determinar la credibilidad de una fuente					
25. Sé distinguir entre hechos reales y prejuicios					
26. Sin eficiencia no vale el esfuerzo					
27. Sobresalgo por mis propios méritos					

28. Soy autodisciplinado
29. Soy crítico y doy alternativas
30. Soy perseverante para alcanzar mis metas, no me venzo fácilmente
31. Soy realista y seguro de mi habilidad académica
32. Soy responsable por mis acciones
33. Soy una persona altamente motivada
34. Soy una persona paciente y respetuosa de la diversidad
35. Tengo estrategias de estudio que me permiten tener éxito académico
36. Tengo iniciativa
37. Tengo metas definidas a corto y largo plazo
38. Tengo una actitud positiva respecto a verme como un ser humano valioso
39. Tengo una idea clara del tiempo que hay que invertir para hacer algo
40. Una situación novedosa, representa un reto a vencer
41. Utilizo todos mis recursos y talentos para tener éxito

#### Anexo 4: Test de creatividad: ¿Eres una persona creativa?

Preguntas/Opciones	De acuerdo	No lo sé u opino mitad y mitad	En desacuerdo
Pregunta 1. Cuando trabajo, siempre tengo un alto grado de seguridad de que estoy adoptando los procedimientos correctos para solucionar un problema determinado.			
Pregunta 2. Hacer preguntas, sin tener la esperanza de poder obtener respuestas, es pura pérdida de tiempo.			
Pregunta 3. Me concentro con mayor intensidad que la mayoría de la gente en las cosas que me interesan.			
Pregunta 4. Pienso que un método lógico, aplicado paso a paso, es el mejor para solucionar problemas.			
Pregunta 5. A veces las opiniones que expreso en grupos parecen aburrir a algunas personas.			
Pregunta 6. Paso mucho tiempo pensando en lo que los demás estarán pensando de mí.			
Pregunta 7. Me importa más hacer lo que creo correcto que tratar de ganarme la aprobación de los demás.			
Pregunta 8. La gente que parece estar insegura en sus opiniones termina por perder mi respeto.			
Pregunta 9. Más que las demás personas, tengo la necesidad de cosas que me interesen y me estimulen.			
Pregunta 10. Sé mantener mis impulsos interiores bajo control.			
Pregunta 11. Tengo la capacidad para perseverar con problemas difíciles durante largos períodos.			
Pregunta 12. A veces me entusiasmo demasiado con determinadas cosas.			
Pregunta 13. A menudo mis mejores ideas surgen en mi mente cuando no hago nada en especial.			
Pregunta 14. Confío en las corazonadas intuitivas y la sensación de estar o no en el camino correcto al acercarme a la solución de un problema.			
Pregunta 15. Trabajo más rápido cuando analizo un problema y más lento cuando sintetizo la información que tuve que juntar para encontrar la solución.			
Pregunta 16. A veces me da satisfacción desobedecer las reglas y hacer cosas que no debería.			
Pregunta 17. Me gustan los hobbies que exigen juntar cosas.			
Pregunta 18. Muchos de mis proyectos más importantes tuvieron su origen en sueños despiertos.			
Pregunta 19. Me gusta la gente que es objetiva y racional.			
Pregunta 20. Antes que explorador preferiría ser médico.			
Pregunta 21. Me llevo mejor con las personas si pertenecen a una clase social o empresarial más o menos igual a la mía.			
Pregunta 22. Poseo un alto grado de sensibilidad artística.			
Pregunta 23. Me siento obligado a lograr poder y una posición encumbrada en mi vida.			
Pregunta 24. Me gusta la gente que se siente segura de sus conclusiones.			

25. La inspiración nada tiene que ver con la solución exitosa de los problemas.

Pregunta 26. Cuando estoy metido en una discusión, mi mayor placer consiste en convertir a la persona con la que discuto en amigo, aún al precio de sacrificar mi punto de vista.

Pregunta 27. Me interesa mucho más encontrar nuevas ideas que tratar de venderlas a los demás.

Pregunta 28. Me gustaría pasar un día entero en soledad, meditando.

Pregunta 29. Tiendo a evitar las situaciones en que me podría sentir inferior.

Pregunta 30. Al evaluar una información me importa más la fuente que el contenido.

Pregunta 31. Lo incierto e impredecible me causa fastidio.

Pregunta 32. Me gusta la gente que sigue la regla "primero el negocio, luego lo demás".

Pregunta 33. Es mucho más importante representarse a sí mismo que ser representado por los demás.

Pregunta 34. Pienso que la gente que se esfuerza para lograr la perfección es imprudente.

Pregunta 35. Prefiero trabajar con otros en equipo antes que solo.

Pregunta 36. Me gustan los trabajos en los que debo influir sobre otras personas.

Pregunta 37. Muchos de los problemas que encuentro en la vida no pueden ser solucionados en términos de lo justo o lo injusto.

Pregunta 38. Me importa tener un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

Pregunta 39. Los autores que utilizan palabras poco comunes son jactanciosos.

Pregunta 40. Escoge 10 adjetivos con o frases con los que te identifiques:

Energético/a

Persuasivo/a

Observador/a

Al tanto de la moda

Seguro de ti mismo/a

Perseverante

Abierto/a hacia el futuro

Cauteloso/a

Atado/a a tus costumbres

Ingenioso/a

Egocéntrico/a

Independiente

Agradable

Predecible

Formal

Informal

De gran dedicación

Original

Con inhibiciones

Entusiasta

Innovador/a

Sereno/a

Asimilador/a

Práctico/a

Alerta

Curioso/a

Organizado/a

Frío

Inteligente

Comprensivo/a

Dinámico/a

Exigente con uno mismo/a

Culto/a

Realista

Modesto/a

Se preocupa

Rápido/a

Eficiente

Servicial

Perceptivo/a

Valiente

Severo/a

Se atiene a los hechos

Receptivo a ideas ajenas

De gran delicadeza

Distraído/a

Flexible

Sociable

Impulsivo/a

Decidido/a

Popular

Inquieto/a

Reservado/a

Fuente: Test de  
Creatividad. URL:  
<http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/06/test/>

## CURRICULO

**Aniluz Peña Ramos.**

### **Estudios profesionales**

Actualmente es candidata por el título de Maestra en Educación del Instituto tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).

Licenciada titulada en Artes Visuales con especialización en Artes Plásticas. Facultad de Artes Visuales, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

### **Experiencia profesional**

Actualmente es maestra de cantos y juegos, nivel maternal y preescolar, en el Instituto Bilingüe La Silla. Monterrey, N. L.

Maestra titular de música básica infantil (niveles 1, 2 y 3) y maestra de piano en el Colegio Musical de Monterrey. Agosto 2000 a Junio 2005.

Participación en la coordinación de las inscripciones internacionales y traductora en el Foro Global: Financiación para el Derecho al Desarrollo sustentable con Equidad, Monterrey, N. L. Marzo del 2002.

Diseño de portada para los libros: *Acerca del normalismo mexicano, Diálogos con el Profesor Humberto Ramos Lozano* del autor Arturo Delgado Moya. Abril 2000).

### **Idiomas**

Inglés y francés.

### **Cursos especializados**

Curso de laboratorio de fotografía en By N. Instituto Cultural para Adultos. Instituto Mater. Monterrey, N. L. Febrero-Junio del 2001.

Curso de fotografía a color. Instituto Cultural para Adultos. Instituto Mater. Monterrey, N. L. Septiembre-Diciembre del 2000.

Seminario Como vivir del arte impartido por Felipe Ehrenberg. Facultad de Artes Visuales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Mayo 1999.

Diplomado en especialización y restauración del arte. Departamento de Difusión Cultural. ITESM. Febrero-Junio de 1999.

Estudios de música y piano en academias particulares. 1984-1997.