

**DESARROLLO DE HABILIDADES DE INNOVACION Y CREATIVIDAD EN  
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE INGENIERIAS**



**AUTORA:**

**PERLA ADRIANA SALINAS OLIVO**

**PRESENTADA ANTE LA DIRECCIÓN ACADEMICA DE LA UNIVERSIDAD  
VIRTUAL DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE  
MONTERREY  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORA EN INNOVACION  
EDUCATIVA**

**ASESORA: DRA. YOLANDA HEREDIA ESCORZA**

MONTERREY, N.L. MEXICO

ABRIL DE 2008



“La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica”.  
Aristóteles (384 AC-322 AC)

## **Dedicatoria**

A Dios por todo lo que me ha dado.

A mi padre Rogelio, quien es para mí un ejemplo de trabajo, responsabilidad y honestidad.

A mi madre Neida, quien es para mí un símbolo de valentía.

A mis hermanos, por la compañía que me han dado desde siempre.

A la vida, por darme la oportunidad de seguir construyendo mi camino.

## **Agradecimientos**

Agradezco al Instituto Tecnológico de Monterrey, a la Universidad Virtual y a la Escuela de Graduados en Educación (EGE), que me brindaron su apoyo y creyeron en mis capacidades.

Quiero agradecer a cada uno de los miembros de mi comité de tesis por su guía y apoyo. Sin los conocimientos de cada uno de ellos, esta tesis no se habría logrado.

A la Dra. Yolanda Heredia Escorza, por su tiempo, paciencia y experiencia. Sin su apoyo no hubiese sido capaz de concluir esta disertación.

Al Dr. Noel León Rovira, un gran académico, con amplia experiencia en la investigación y gran capacidad pensante. Mi respeto, admiración y gratitud por darme de su valioso tiempo.

Al Dr. José Ignacio Icaza Acereto, agradezco por todo este tiempo que he tenido la oportunidad de aprender de lo que hace, para mí, él es la innovación educativa.

A los profesores que me dieron su apoyo para hacer esta investigación, al Dr. Noel León por permitirme un espacio en su enseñanza. Al Ing. Abiud Flores, quien me brindó, y sigue brindando un gran apoyo a esta investigación. Al Ing. Demófilo Maldonado, por su experiencia, ímpetu y ganas de hacer las cosas. Y al Ing. Ramón Urbina, que además de darme la oportunidad de investigar entre sus grupos de estudiantes, me brindó su ayuda incondicional.

Al Dr. Jorge Ramírez, que más que un jefe, un amigo que me apoyó en este proceso.

A la Dra. Koquis Marcos, gran amiga y compañera. Me ha impulsado académica y profesionalmente y además ha sido guía en muchos aspectos de mi vida permitiéndome aprender de ella. No tengo palabras para agradecer su apoyo.

A Laura, de quien admiro su personalidad y actitud ante la vida. Gracias por su apoyo incondicional y su mano amiga. En los momentos más difíciles me dio impulso para seguir en este camino.

A mis amigas J: Carmen, Sara, Bertha, Laura y Malú, por los momentos de esparcimiento que me ofrecieron y que me ayudaron a completar este proceso de manera más saludable.

A todo el Programa de Graduados en Ingenierías y Tecnologías, por su apoyo y su comprensión. Especialmente a Humberto Urbina, Mayra Quintanilla e Iliana López por ser excelentes compañeros de trabajo.

Y a todos los que de alguna manera estuvieron presentes durante este proceso, amigos y compañeros.

Gracias por creer en mí.

## Resumen

La presente tesis pretende añadir elementos de análisis sobre la forma en que las universidades se han visto involucradas en la globalización y su impacto en la reestructura de currículos escolares, enfocados al desarrollo de habilidades que permiten formar individuos capaces de enfrentar los retos laborales enmarcados por la misma. Es así que los requerimientos del globo se postulan hacia un enlace universidad-industria-gobierno con la finalidad de ser congruentes con el medio ambiente a través de esta vinculación. El enfoque de la presente investigación es sobre el desarrollo de las habilidades de innovación y creatividad en estudiantes universitarios a través de diferentes herramientas utilizadas para este fin. Para dar mayor orientación a la investigación, se seleccionó la metodología TRIZ, que apoya a la solución creativa de problemas, y la metodología QFD enfocada principalmente a las necesidades de los clientes. Con el objeto de complementar la información se optó por tomar en cuenta el aspecto cultural que se entrelaza naturalmente en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad en el ser humano. Con la finalidad de dar organización a la investigación, el conjunto de estos insumos hicieron que se tomaran en cuenta tres dimensiones: persona, producto y cultura. Por otra parte, la metodología para investigación implicó aspectos cuantitativos y cualitativos con el fin de complementar de la mejor manera las diferentes vertientes del presente estudio. La muestra fue definida con base en grupos universitarios de pregrado y de posgrado quienes aplicaron las metodologías TRIZ y QFD en un periodo escolar determinado, y un grupo de control que no aplicó dichas metodologías, resultando una muestra de seis grupos en tres diferentes universidades mexicanas. Bajo la parte cuantitativa se aplicaron dos pruebas de creatividad, y una enfocada a la percepción de los alumnos hacia su universidad. Se realizó una pre prueba y una post prueba a cada alumno de los grupos muestra con la finalidad de conocer si hubo cambios en el tiempo, fueron analizadas

mediante la prueba Kruskal-Wallis y Wilcoxon por ser datos no paramétricos. Bajo la parte cualitativa se realizaron encuestas a los alumnos, observaciones en el salón de clase, entrevistas a los profesores, se tomó en cuenta el modelo educativo y se evaluó un prototipo final realizado por equipos. Los resultados en la parte cuantitativa demuestran que no hubo diferencias notables en el tiempo respecto a la pre prueba y a la post prueba por parte de los grupos, sin embargo, cuando se analizó por carreras se identificó algunos cambios. Con respecto a los resultados de la parte cualitativa, se observó que los alumnos incrementaron sus niveles de innovación y creatividad a medida que avanzaba el curso, culminando en prototipos finales innovadores. Para complementar el estudio, y con el objeto de hacer tangibles los hallazgos, se propuso un modelo educativo que involucra los factores analizados para el desarrollo de habilidades, que contiene los aspectos necesarios para cumplir con una educación acorde con las demandas globales.

## Índice

Resumen.....	5
Índice.....	7
Lista de tablas.....	12
Lista de figuras.....	16
Introducción.....	18
<b>Capítulo 1. Problema de Investigación.....</b>	<b>23</b>
Antecedentes.....	23
Planteamiento del problema.....	29
Pregunta de investigación.....	32
Objetivo de investigación.....	32
Objetivos específicos.....	33
Justificación de la investigación.....	34
Limitaciones.....	35
<b>Capítulo 2. Marco teórico.....</b>	<b>37</b>
Globalización y economía del conocimiento.....	38
La educación superior en el siglo XXI.....	40
Modelo educativo.....	47
Modelo educativo del Tecnológico de Monterrey.....	54
Modelo educativo de la Universidad de Monterrey.....	57
Innovación y creatividad.....	58
Definición de creatividad.....	61
Medición de la creatividad.....	64



Definición de innovación.....	70
El papel de las universidades en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad.....	73
Educación para la creatividad e innovación para estudiantes de ingeniería.....	81
Enlace universidad-empresa-gobierno.....	91
Factor cultural en el desarrollo de la innovación y creatividad.....	97
Entorno familiar.....	102
Entorno escolar.....	103
Entorno social.....	105
Entorno organizacional.....	106
Herramientas que fomentan la innovación y la creatividad.....	108
TRIZ.....	113
TRIZ en la educación.....	119
QDF (Despliegue de la función de la calidad).....	122
Conexión TRIZ/QFD .....	125
<b>Capítulo 3. Metodología de la investigación.....</b>	<b>129</b>
Diseño de la Investigación.....	130
Enfoque cuantitativo.....	132
Enfoque cualitativo.....	135
Contexto socio-demográfico.....	135
Variables de estudio.....	138
Población y muestra.....	145

Sujetos de investigación.....	146
Hipótesis.....	147
Instrumentos.....	148
Ficha de identificación del alumno.....	149
Prueba CREATRIZ.....	150
Descripción.....	150
¿En que se basó el autor para elaborarla?.....	151
¿Cómo se aplica?.....	151
¿Cómo se califica?.....	152
Validez interna y externa.....	159
Prueba la personalidad creativa.....	160
Descripción.....	160
¿En qué se basó el autor para elaborarlo?.....	160
¿Cómo se aplica?.....	161
¿Cómo se califica?.....	161
Validez interna y externa.....	163
Prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario.....	163
Descripción.....	164
¿En que se basó el autor para elaborarlo?.....	165
¿Cómo se aplica?.....	166
¿Cómo se califica?.....	166
Validez interna y externa.....	167
Encuesta a alumnos.....	167

Entrevista.....	168
Registro de observación.....	169
Evaluación de producto innovador.....	170
Procedimiento de investigación.....	171
Estrategia de análisis de datos.....	172
<b>Capítulo 4. Análisis de datos.....</b>	<b>175</b>
Análisis cuantitativo.....	175
Análisis descriptivo.....	177
Datos socio-demográficos.....	177
Prueba de Personalidad Creativa.....	183
CREATRIZ.....	185
Prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario.....	194
Análisis inferencial.....	196
Análisis de las diferencias entre los puntajes pre y post prueba por grupos.....	197
Análisis de las diferencias entre los puntajes pre y post prueba por carreras.....	198
Análisis de la prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario.....	202
Cultura.....	205
Encuestas a alumnos.....	205
Entrevistas.....	230
Persona (Desarrollo de competencias).....	233
Cultura de creatividad e innovación.....	238
Producto (Conexión TRIZ-QFD).....	242
Observaciones.....	247

Modelo educativo.....	265
Producto- Evaluación del prototipo final.....	270
Prototipos finales grupo 2.....	271
Prototipos finales grupo 3.....	273
Prototipos finales grupo 4.....	275
Prototipos finales grupo 5.....	277
<b>Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones finales.....</b>	<b>280</b>
Persona.....	280
Cultura.....	282
Producto.....	286
Recomendaciones.....	287
Trabajos futuros.....	291
Referencias bibliográficas.....	292
Anexos.....	319

## Lista de tablas

Tabla 1. Cambios en los sistemas educativos y de formación profesional.....	42
Tabla 2. Comparación de un modelo educativo tradicional con el modelo educativo del Tecnológico de Monterrey.....	55
Tabla 3. Condiciones para lograr ser creativo.....	63
Tabla 4. Aspectos medibles de productos y procesos.....	66
Tabla 5. Definición de propiedades de las personas creativas en tests.....	67
Tabla 6. Herramientas para el fomento de la innovación y creatividad.....	109
Tabla 7. Integración de los estudios empíricos sobre la metodología TRIZ.....	120
Tabla 8. Pasos del QFD y conexión con TRIZ.....	127
Tabla 9. Aspectos a evaluar de las metodologías QFD y TRZ.....	139
Tabla 10. Criterios Generales de Evaluación de Producto Innovador, (Premio Tecnos, 2007).....	141
Tabla 11. Indicadores de medición sobre aspectos culturales.....	142
Tabla 12. Factores que miden las pruebas CREATRIZ y Personalidad Creativa.....	144
Tabla 13. Clasificación de los grupos de la muestra.....	147
Tabla 14. Aspectos positivos y negativos de las orientaciones.....	157
Tabla 15. Relación entre tecnología, talento y tolerancia en ciudades.....	164
Tabla 16. Evaluación del test cultural en las universidades.....	166
Tabla 17. Interpretación de la puntuación del test cultural en las universidades.....	167
Tabla 18. Observaciones en los grupos de la muestra.....	169
Tabla 19. Codificación de los grupos muestra.....	177

Tabla 20. Datos socio-demográficos (por rangos) de la muestra en porcentajes.....	178
Tabla 21. Datos socio-demográficos de la muestra en relación al perfil profesional en porcentajes.....	180
Tabla 22. Datos socio demográficos relacionados con becas y trabajo de alumnos de posgrado en porcentaje.....	182
Tabla 23. Comparación de la pre y post prueba Personalidad Creativa entre los grupos muestra en porcentajes.....	183
Tabla 24. Resultados de la pre y post prueba CREATRIZ entre los grupos muestra en porcentajes.....	186
Tabla 25. Interpretación de la puntuación de la prueba de percepción de los estudiantes en el ambiente universitario.....	194
Tabla 26. Resultados del p-valor y valor Z para la prueba de personalidad creativa, prueba CREATRIZ en sus dos dimensiones y Prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario.....	197
Tabla 27. Diferencias entre las pruebas por grupos.....	198
Tabla 28. Valor Z y p-valor por carreras en la prueba de personalidad creativa y en CREATRIZ, parte creativa y parte toma de riesgo.....	201
Tabla 29. ¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?, aspectos positivos.....	207
Tabla 30 ¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?, aspectos negativos.....	208

Tabla 31. ¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?, aspectos positivos.....	210
Tabla 32. ¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?, aspectos negativos.....	212
Tabla 33. ¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?, aspectos positivos.....	213
Tabla 34. ¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?, aspectos negativos.....	215
Tabla 35. ¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?, ¿porqué?, aspectos positivos.....	216
Tabla 36. ¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?, ¿porqué?, aspectos negativos.....	218
Tabla 37. ¿Crees que tu educación universitaria te ayudó a ser una persona creativa o innovadora?, aspectos positivos.....	220
Tabla 38. ¿Crees que tu educación universitaria te ayudó a ser una persona creativa o innovadora?, aspectos negativos.....	221
Tabla 39. ¿Cómo apoya tu país la innovación?, aspectos positivos.....	223
Tabla 40. ¿Cómo apoya tu país la innovación?, aspectos negativos.....	224
Tabla 41. Resumen de la clasificación de la encuesta aplicada a alumnos de grupos experimentales, respuestas positivas.....	226
Tabla 42. Resumen de la clasificación de la encuesta aplicada a alumnos de grupos experimentales, respuestas negativas.....	228

Tabla 43. Datos generales de los profesores entrevistados.....	231
Tabla 44. Aspectos relacionados a la enseñanza de TRIZ y QFD en los estudiantes.....	232
Tabla 45. Habilidades que desarrollan el TRIZ y QFD en los alumnos.....	234
Tabla 46. Habilidades que desarrollan el TRIZ y QFD en los alumnos.....	235
Tabla 47. Impacto de las metodologías TRIZ y QFD en la vida laboral de los alumnos.....	236
Tabla 48. Elementos necesarios para el desarrollo de su creatividad por medio de la enseñanza de TRIZ y QFD.....	237
Tabla 49. Fomento de la creatividad e innovación en los alumnos.....	238
Tabla 50. Reto de ser creativos e innovadores.....	239
Tabla 51. La universidad como fuente de creatividad e innovación.....	240
Tabla 52. Vinculación universidad-empresa-gobierno.....	241
Tabla 53. Objetivos al enseñar TRIZ y QFD.....	243
Tabla 54. Experiencia de los profesores al enseñar TRIZ y QFD.....	244
Tabla 55. Proceso enseñanza-aprendizaje de las metodologías TRIZ y QFD.....	245
Tabla 56. Experiencia de los profesores al enseñar TRIZ y QFD.....	246
Tabla 57. Datos generales de los grupos de observación de la muestra.....	248
Tabla 58. Planes analíticos de los cursos muestra.....	249
Tabla 59: Comparaciones generales entre las universidades A, B y C.....	254
Tabla 60. Modelo educativo de cada curso.....	258
Tabla 61. Desarrollo de habilidades de innovación y creatividad con TRIZ y QFD.....	264



Tabla 62. Modelo educativo y práctica docente en las universidades A y C.....	269
Tabla 63. Resumen de la evaluación de los prototipos finales.....	279

## Lista de figuras

Figura 1. Principios de inventiva del TRIZ.....	113
Figura 2. Dimensiones de la investigación.....	131
Figura3. Orientaciones de la CREATRIZ.....	154
Figura 4. Comparación de los resultados de la pre y post prueba entre los grupos, prueba personalidad creativa y CREATRIZ.....	193
Figura 5. Diferencias relativas por carreras entre las pruebas.....	199
Figura 6. Percepción de los grupos sobre su universidad.....	202
Figura 7. Modelo educativo propuesto.....	287

## Introducción

En el siglo XXI los seres humanos se han visto involucrados al constante cambio que trae consigo la nueva forma de vida que demanda la globalización. Ésta ha traído consigo una serie de factores que revolucionan la vida de los seres humanos, desde la forma de comunicarse, de trabajar, de estudiar, hasta la forma en que se desenvuelve en la sociedad.

Ya no es sorprendente que día a día cada persona se enfrente a una serie de cambios a los cuales se tiene de adaptar de una manera casi inmediata y obligatoria, ya que los avances tecnológicos y científicos junto con la evolución social, no ofrecen otra opción.

En este sentido es conveniente resaltar que uno de los aspectos más trascendentales que se pueden observar en la nueva sociedad del siglo XXI son los requerimientos laborales que se exigen actualmente. Un individuo, para poder funcionar de una forma eficiente, necesita de diferentes habilidades que le permita enfrentarse a los retos mundiales.

Con base en lo anterior, emerge de forma natural la necesidad de desarrollar habilidades básicas para que las personas estén preparadas ante estas necesidades. No cabe duda que una de las entidades que tienen una gran influencia sobre esta necesidad son los sistemas educativos. Autores como Silveira (1998), Aguilera y Gómez (s/f), Galeano (2006), y Nasse (2006) hacen extremo hincapié en la necesidad de una conexión entre los sistemas educativos y el mercado laboral.

El sentido que le están dando los sistemas educativos mundiales a esta necesidad es la relación trabajo-escuela. Las universidades, siendo la forma más conocida de educar a las personas profesionalmente, comienzan a planear la forma en que pueden satisfacer estos requerimientos laborales dándose a la tarea de re-estructurar sus metas, objetivos y planes de estudio con el propósito principal de educar personas capaces de dar frente a los retos globales.

Es de entenderse que la sociedad del siglo XXI requiere que las universidades desarrollen nuevas formas de aplicación del conocimiento para desplegar habilidades que satisfagan las demandas de las nuevas sociedades (Samper, (2004); UNESCO, (2002); Silveira, (1998); Nashee, (2006)). Con este fin, se han tomado sentido conceptos relacionados con la educación continua, trabajo en equipo, virtualidad, toma de decisiones, solución de problemas, uso de tecnologías de información, combinación de teoría y práctica, flexibilidad en la educación, innovación, creatividad, entre otros.

Esta investigación parte precisamente del punto referente a la innovación y la creatividad. La creatividad, definida como un proceso que conduce a algo nuevo, y la innovación declarada como la parte objetiva de la creatividad, son tomadas como dos de las competencias básicas que cada individuo debe tener para dar frente a las demandas de la globalización.

Muchas universidades, sobre todo las pertenecientes al llamado primer mundo, se han dado a la tarea del fomento de habilidades de innovación y creatividad realizando una serie de investigaciones e implantando medidas y estrategias con el propósito de ofrecer mejores alternativas globales a los estudiantes universitarios. En contraste, las universidades de los países en vías de desarrollo, en primera instancia tienen que enmendar aspectos culturales, y con ello solucionar problemas relativos a la equidad en la educación. No obstante, dichas universidades se han dado a la tarea de adecuarse a los requerimientos mundiales.

Una de las ventajas con las que se cuenta actualmente para lograr el desarrollo de competencias de innovación y creatividad, es que existen herramientas y metodologías que apoyan en su medición y su desarrollo. Es así que tanto los tests enfocados a la creatividad, surgidos desde 1904; las herramientas tecnológicas en donde están basados métodos de creatividad, (Nova-mind, Concept Draw, Idea Fisher, etc.); la lluvia de ideas, desarrollada por Osborn en 1940; el pensamiento lateral por de Bono en 1970; entre otras, así como las

herramientas que gestionan la innovación, Método de Análisis de Problemas Kepner-Tregoe (KT); TRIZ; la escala de creatividad bidimensional de Finke; KEYS, apoyan en el fomento de la innovación y creatividad.

Para efectos de la presente investigación, se analizaron las metodologías TRIZ, (Teoría para la Solución de Problemas de Inventiva) y QFD (Despliegue de la Función de Calidad), como punto de partida en el estudio de campo. El presente estudio toma dichas metodologías para comprobar, bajo ciertas circunstancias, si fomentan la solución creativa de problemas enfocadas al desarrollo de productos con base en las necesidades de los clientes.

Es así que para dar enfoque al presente estudio, se tomaron en cuenta tres dimensiones: persona, producto y cultura con el fin de triangular los diversos factores que implican el desarrollo de innovación y creatividad. Dadas las características y riqueza de los datos, se optó por una metodología de investigación mixta con un estudio cuasi-experimental. La muestra involucrada fue de cinco grupos experimentales, cuatro de pregrado y dos de posgrado incluyendo un grupo de control, estos grupos pertenecían a tres universidades mexicanas.

En lo correspondiente a la parte cuantitativa, la dimensión persona se analizó bajo aspectos socio demográficos y aplicación de dos pruebas de creatividad y una relacionada con la percepción de los alumnos hacia el ambiente de su universidad, dichas pruebas fueron aplicadas al principio del periodo escolar y al final del mismo con el objeto de encontrar diferencias en el tiempo. Apoyados por un software estadístico, se hicieron pruebas de normalidad y se analizaron los datos por medio de la prueba Kruskal-Wallis y Wilcoxon por ser datos no paramétricos. Los resultados no arrojaron diferencias entre los grupos, no así entre las carreras representadas en cada uno de ellos.

Por otra parte, la parte cualitativa incluyó la evaluación de un prototipo final y la percepción de la cultura. La dimensión producto se analizó mediante la aplicación de las metodologías TRIZ

y QFD, y con la evaluación del prototipo final a través de la metodología del Premio Tecnos, resultando productos innovadores acordes a los niveles de pregrado y posgrado.

La dimensión cultura fue analizada bajo la percepción que tienen los alumnos del ambiente universitario al que pertenecen, y para complementar dichas percepciones se realizaron encuestas a los alumnos, entrevistas a profesores y se hicieron observaciones en el aula de clases.

Con el objeto de englobar las dimensiones persona, producto y proceso junto con las necesidades de reestructuración de los sistemas escolares, se propone un modelo educativo que toma en cuenta el nuevo papel de las universidades en la globalización como parte del vínculo hacia los mercados laborales, estableciendo puntos de enlace en el desarrollo de habilidades para la formación de individuos capacitados para ser funcionales en la globalización.

La organización de la presente tesis es de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se aborda el problema de investigación, donde se pretende plantear los antecedentes, el problema, la pregunta de investigación, el objetivo, la justificación y las limitaciones.

Hacia el capítulo 2 se abordará el marco teórico que pretende dar una visión sobre los temas a tratar bajo la perspectiva de diferentes autores y bibliografía científica que pretende ofrecer un análisis exhaustivo del problema de investigación. Estos temas están relacionados con la globalización, la ubicación de las universidades en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, la educación para la creatividad e innovación para estudiantes universitarios de ingeniería, el enlace universidad-empresa-gobierno, así mismo se abordarán los aspectos culturales que tienen un impacto directo sobre la innovación y creatividad. Por otro lado, se tocarán aspectos relacionados con las herramientas que fomentan la innovación y creatividad, posteriormente se abordará a profundidad el tema de TRIZ y QFD para dar mayor validez a la presente investigación.

El capítulo 3 se verá lo relacionado con la metodología de investigación, abordando el diseño de la misma, los enfoques metodológicos, el contexto socio-demográfico, las variables de estudio, la población y muestra, los sujetos de investigación, así mismo se elaboraron hipótesis y se analizan los instrumentos de recolección utilizados en la investigación.

Al llegar al capítulo 4 se muestra el análisis de los datos de la investigación, en sus vertientes descriptiva e inferencial donde se abordará el análisis de diferencias entre los puntajes de la pre y post prueba por grupos y carreras. Hacia el análisis de la cultura, se abordarán temas relacionados con los resultados de las encuestas, entrevistas, modelo educativo y observaciones. Así mismo se tocará el tema de la evaluación del prototipo final de cada uno de los grupos de la muestra.

Finalmente el capítulo 5 toca aspectos relacionados con las conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.

## Capítulo 1

### Problema de investigación

En el presente capítulo se aborda el problema de investigación que da sustento y relevancia al presente estudio, se consideran los antecedentes que llevaron a la delimitación del planteamiento del problema, las preguntas de investigación, el objetivo general, la justificación y las limitaciones enmarcadas en el presente estudio.

#### *Antecedentes*

El vertiginoso reacomodo de los valores sociales, económicos, tecnológicos, políticos, culturales y educativos en la sociedad del siglo XXI, ha propiciado cambios en todos los ámbitos de la vida dando pie a la más grande redefinición de estructuras sociales, empresariales y gubernamentales afectando todos los sectores y áreas de conocimiento conceptualizándose en una palabra, “globalización”.

Llama la atención el hecho de que la globalización rompe con paradigmas en todas las áreas en las que se desarrolla el ser humano (Malagon, (1999); Burbules y Torres (2000); Souza (2006)). El concepto tiene muchas connotaciones e intereses que definen una nueva forma de visualizar la dinámica de los países. Existen tres propuestas con respecto a su origen: las religiones universales, el capitalismo y como fenómeno que toma pie a partir de la segunda mitad del siglo XX. Como se puede observar, el término no es nuevo, sin embargo, lo que lo hace diferente de la concepción antigua es el cambio radical de todas las actividades de los seres



humanos, así como la inclusión de tecnologías de información y comunicaciones en cualquier operación cotidiana.

Sin embargo no se puede pasar por alto la dualidad de la globalización, donde no todo es avance, sino más bien una completa ignorancia del concepto y sus posibles ventajas, provocando la brecha más grande que ha habido entre los diferentes países del mundo. La UNESCO (2006); Castells (2003); Souza (2006) y Malagon (1999) mencionan que la globalización es fuerte potencial tanto de nuevas posibilidades como de serias desigualdades, provocando una serie de transformaciones y modificaciones donde no involucra de la misma manera a todos los países del mundo.

Sin embargo, a pesar de esta dualidad, es innegable el hecho de que la globalización afecta todas las áreas donde se desenvuelve el ser humano: sociedad, política, economía, educación, y todo esto enlazado con los avances de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC's), (Piñón (2004); Samper, (2004); Rojas y Ramos (1996); Tapscot (1998); Burbules y Callister (2000); Postman (1992) y Castells (2001)).

En la educación, la globalización ha traspasado fronteras obligando a todos los sistemas educativos a reestructurar las funciones de la educación para estar a acordes a las necesidades mundiales (Mungaray, (2001); Nasseh (2006); Mayorga (1999); Kumar (2005)). En este sentido, Carrillo (2002) hace alusión a las sociedades basadas en conocimiento, mismas que demandan servicios educativos para formar individuos capaces de desenvolverse en el mundo fluidamente. Para efectos del presente estudio, se tomará en cuenta la visión reproduccionista de la educación, por ejemplo Ramis (1992) maneja dos conceptos de educación; adiestramiento y desarrollo del potencial humano, así como Althousser, (1998) quien menciona que la educación está ligada al mercado de trabajo. Basados en lo anterior, y aterrizando la idea dentro del contexto de la

presente investigación, se toma la aseveración de Naseeh (2006) quien menciona que el currículo basado en competencias ayuda a los estudiantes a desempeñarse en situaciones reales.

Dadas las condiciones anteriores, los mercados laborales están expuestos mundialmente y se necesitan de personas con competencias claves que les permitan competir en la actual economía. Estas competencias se traducen en habilidades de innovación, flexibilidad, iniciativa, adaptabilidad, auto aprendizaje, manejo de tecnologías de información, entre otras, mismas que permitirán a los individuos y sus organizaciones desarrollarse en un entorno en constante cambio.

El concepto de competencia clave es definido como la capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente una actividad laboral, la capacidad de ejecutar las decisiones en un trabajo (Silveira, (1998); (Gallart, (1997); Bolívar (2002)).

Es un hecho que el escenario mundial marca una inclinación hacia la inversión del capital humano, Carrillo (2002) lo relaciona con teoría y práctica, mejorando ligas entre la educación y el mercado laboral visualizando la naturaleza cambiante del trabajo. Por lo tanto, la transformación de los requerimientos del mercado laboral demanda una evolución educativa que entre otras cosas, sea un punto de convergencia entre escuela-trabajo, (Aguerrondo (2004); Naseeh (2006); Mungaray (2001); Galeano (2006); Gallart (1997)), por lo que la educación superior requiere de re-valorar y aceptar el papel que juega el trabajo en el aprendizaje.

Una constante en este vertiginoso cambio es el uso de las TIC's que constituyen un apoyo en el desarrollo de competencias clave, además de ser una competencia per se. En este sentido, Naseeh (2006) indica que los estudiantes deben tener competencias en el manejo de TIC's. Aunado a lo anterior Mungaray (2001) menciona al mercado como una relación de competencia que estimula el cambio tecnológico y la necesidad de aprendizaje, requiere de modelos de educación superior eficientemente orientados hacia el fenómeno globalización.

Finalmente, en una necesidad resumida, Aguerrondo (2004) señala que en la nueva sociedad del conocimiento, la educación hace la diferencia, la nueva competencia es el saber tecnológico y los sistemas educativos no generan empleo, hacen “empleable” a la gente. Por lo tanto, el desarrollo de competencias clave en los estudiantes del siglo XXI es una necesidad y debe estar bien planeada por las instituciones educativas.

Además de las competencias antes mencionadas, se encuentra la innovación y la creatividad, en las cuales se basará el presente estudio. La creatividad ha sido tomada desde diferentes perspectivas dándole significados diversos de acuerdo a cada época. Desde la combinaciones de pensamiento y la definición de genio a mediados del siglo XXI, hasta la relación de creatividad como parte de la inteligencia a finales del mismo. En esta época se pone especial atención al tamaño del cerebro y al concepto de IQ. A principios del siglo XXI se presentaron los test de inteligencia, hasta que en los años 30's Wallace, Kubie y Piaget fundamentan teorías sobre inteligencia.

En los años 50's se realizaron estudios más profundos como la teoría multifactorial de la inteligencia y el pensamiento divergente, dándole menos peso al grado de IQ en el sentido de que no necesariamente un alto grado conlleva a seres más creativos. Para 1970 Torrance demostró que los niños creativos tienen más éxito en su vida profesional. (Becker 1995, Brody 1992, Nelson 1996 y Espíndola 1996; mencionados por Molina 2005).

Definiendo creatividad Florida (2002) dice que ésta es multidimensional y experimental, Amabile (1997) establece que es la producción de ideas en cualquier esfera de actividad. Y de acuerdo a García (2002), las personas creativas poseen una serie de habilidades relacionadas con la percepción, intuición, habilidad para el lenguaje, inteligencia emocional, habilidades de correlación, etc.

Por otra parte, la innovación implica romper rutinas y resistencia al cambio, así como planificar a largo plazo y crear una nueva cultura (Castilla-La Mancha, 2006). Sin embargo, para que la innovación y la creatividad tomen lugar, debe existir un ambiente adecuado que circunde a los individuos para fomentarlas.

Enfocados al aspecto que atañe esta investigación, uno de los ambientes que dan pie a la incubación de ideas son las universidades. Como dato histórico, Azagra (2003) menciona a Etzkowitz y Leydesdorff, (2000) y a Bush, (1945) al decir que cuando la universidad incorporó la ciencia entre sus funciones en el siglo XXI, empezó a generar de forma espontánea aplicaciones útiles a la sociedad, seguidas de un apoyo creciente de la empresa en países como Estados Unidos. A partir del fin de la Segunda Guerra Mundial la investigación básica se ve como el motor de la innovación, es entonces que las universidades aumentan la interacción con las empresas.

Ante todas estas definiciones, hipótesis y teorías, no se debe olvidar que primero es la creatividad, y como segundo paso la innovación. La diferencia entre estas competencias estriba en que la capacidad de los seres humanos de inventar algo nuevo se llama creatividad, y la innovación, además de concebir un pensamiento abstracto, es concreta y práctica. Es importante señalar que la innovación impulsa el desarrollo económico en los países siendo activos tangibles e intangibles y cambiando las estructuras productivas.

La necesidad de educar hacia un esfuerzo innovador es inminente, por lo que las universidades juegan un papel preponderante mimetizándose con las necesidades mundiales, educando individuos para que sean capaces de enfrentar y adaptarse a los retos de la globalización. Es por esta razón que se observa un fenómeno mundial entre las universidades en las últimas dos décadas, ya que han optado por interactuar con las empresas y gobierno de forma deliberada y a un ritmo en aumento.

Es lógico pensar que el auge de este fenómeno se explica en el contexto de una nueva configuración del papel que las universidades juegan en la innovación, promovido a partir de una evolución tanto de las propias universidades como del marco social en el que se insertan.

Una de las características de la sociedad actual es que el conocimiento es uno de los valores principales de sus miembros, pero la importancia de las sociedades toma su valor del nivel de educación de sus ciudadanos y de su capacidad de innovación y emprendimiento (Moreno 2005), debido a lo anterior, la enseñanza debe tener tanto el componente de la calidad como el de la innovación. Davies (1998) indica que las universidades en su afán de enfocarse al desarrollo de competencias, han tenido una serie de innovaciones en sus modelos educativos que han impactado la forma de educar influyendo poderosamente en la innovación dentro de la industria. Lo que conlleva a la creación de una cultura de innovación dentro de las empresas.

Hay investigaciones, estudios y test que tratan de corroborar que la creatividad puede ser medida. Con respecto a los test, Cropley (2000) dice que miden los procesos cognitivos como el pensamiento divergente, asociaciones, trabajar con ideas simultáneamente, flexibilidad, tolerancia para la independencia, actitudes positivas frente a diferencias, entre otras.

Además existen formas de fomentar la creatividad, como la lluvia de ideas desarrollado por Osborn en 1940, “*synectics*” en los 60’s por William Gordon, analogías para desarrollar ideas creativas por Dew (2006), de Bono desarrolló el concepto de pensamiento lateral en 1970. Con el desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicaciones, se han desplegado un sin fin de herramientas para fomentar y medir la innovación y creatividad, los mapas mentales son de los más recurridos dado que agilizan el entendimiento de ideas, tal es el ejemplo de Nova-mind, Concept Dra, IdeaFisher (2006), entre otros. Creative Minds (2006), por su parte, menciona una serie de herramientas para apoyar a las organizaciones a ser más creativas.

Respecto a herramientas que gestionan la innovación se puede mencionar

el análisis morfológico, Método de Análisis de Problemas Kepner-Tregoe (KT), TRIZ (Teoría para la Solución de Problemas de Inventiva), la escala de creatividad bidimensional de Finke: Resultados creativos, KEYS, SSSI (*Siegel Scale of Support for Innovation*, ó Escala de Soporte para la Innovación), entre otros. Todos ellos se explicarán posteriormente.

Como se observa, por un lado se han hecho investigaciones que demuestran cómo puede ser medida y evaluada la creatividad y la innovación, por el otro lado se encuentran herramientas que fomentan estas habilidades. Sin embargo, lo más importante es que las escuelas se están enfocando significativamente a crear ambientes que sean favorables para el desarrollo de la creatividad y la innovación, apoyando a los estudiantes para hacer uso de sus servicios y transferir sus conocimientos (OECD, 2004; UNESCO, 1998). Lo anterior aterriza la idea de la necesidad de re-estructurar las instituciones educativas y sus currículos para que formen individuos con las competencias necesarias para el mundo actual. Los componentes de innovación y creatividad debieran ser desarrollados para cumplir con las expectativas globales de los mercados laborales.

### *Planteamiento del problema*

De acuerdo con la UNESCO (2004) existe una clara tendencia hacia el desarrollo de capacidades que permitan a los individuos desenvolverse en el mundo globalizado y enfrentarse a los retos laborales de la sociedad del conocimiento.

Dentro de esta postura mundial, sobresale la educación como uno de los pilares trascendentales de esta singular tarea, por lo que los sistemas educativos se preparan para ofrecer a sus estudiantes una formación enfocada a la empleabilidad. Tal es el caso de China, que según Gebauer (2006) la globalización ha hecho que se abran los mercados en este país, incrementar la competencia y ampliar las fuentes de trabajo.

Mencionadas con anterioridad, dos de las capacidades que sobresalen en la educación del siglo XXI son la innovación y creatividad. Indudablemente la escuela debiera propiciar la innovación, o al menos, la debiera fomentar. Es importante tomar en cuenta que el aprendizaje y la innovación son considerados como los factores determinantes de la competitividad en las empresas y en el territorio desde hace algunas décadas, como ejemplo se encuentra el caso de las universidades de Estados Unidos y sus alianzas con empresas en la Segunda Guerra Mundial, (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000).

Sin embargo los sistemas educativos aislados del resto del medio ambiente que rodea al individuo, no implican un cambio, uno de los factores más importantes en este hecho es el fomento de una cultura. La historia indica que países como China, Alemania, Estados Unidos, Japón, etc., han propiciado la innovación como parte de su cultura, llegando a ser de los países más innovadores que han emergido a nivel mundial. Actualmente esta tendencia se extiende al resto de los países en mayor o menor medida, con miras de asegurar un lugar en la economía mundial.

Para efectos del presente estudio se tomará en cuenta el desarrollo de la cultura de innovación y creatividad en el entorno escolar. En el ambiente educativo se han realizado una variedad de esfuerzos con la finalidad de orientar estas habilidades de forma sustentable. Contrario a estos esfuerzos, Adame (2000) menciona que el sistema educativo es el causante de muchas barreras en la creatividad, sin embargo Annarella (1999) indica que los profesores son los individuos esenciales para fomentar la innovación y creatividad por medio de la libertad y la libre expresión.

No es de sorprender que los sistemas educativos mundiales son en extremo diferentes, mientras que por un lado existen muchos países europeos, asiáticos y norteamericanos, cuyas tendencias son hacia la inclusión de currículos que tomen en cuenta las capacidades básicas para

el desarrollo del individuo en ambientes laborales, por otro lado es innegable el hecho de la existencia de países en vías de desarrollo, como la mayoría de los latinoamericanos, que a estas alturas de la globalización, aun están en planes para ofrecer una educación de calidad y con equidad, es decir, la parte de la innovación aun no ha sido alcanzada por todos ellos.

Ante esta situación, los sistemas educativos se enfrentan a muchos obstáculos que se interponen en la consolidación de currículos que incluyan la innovación y creatividad como parte de la formación de sus estudiantes (Valqui (2005), Boden (1994), Morcillo y Alcahud (2005), Adame (2000)). No obstante, es importante tomar en cuenta que existen herramientas metodológicas que miden y fomentan la innovación y creatividad apoyando en la solución de problemas, implementación de ideas, gestión de la innovación, entre otras.

En relación a la presente investigación, fue necesario seleccionar herramientas que fomentaran habilidades de la innovación y creatividad, así mismo se pretendió conocer el impacto del factor cultural. Es entonces que las metodologías TRIZ y QFD son tomadas como base para la presente investigación dado que la primera está relacionada con la solución creativa de problemas generando ideas innovadoras, y la segunda con el desarrollo de productos innovadores enfocados en la necesidad del cliente.

En la revisión de literatura se encontraron algunas investigaciones basadas en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad en estudiantes universitarios ó sobre el ambiente cultural propicio para desarrollarlas. Resalta una investigación en donde se estudiaban las necesidades de los jóvenes universitarios canadienses en relación a la cultura de innovación (YACSI, 2002), por otra parte, Honig (2000) realiza una investigación enfocada a la creatividad en niños y la forma en que se puede promover. Acercándose a la creatividad en estudiantes universitarios, Ikoenko (1996) realizó un estudio en donde se pretendió comparar los niveles de creatividad en estudiantes universitarios por medio de la metodología TRIZ en estudiantes



estadounidenses. En un estudio similar, León, Heredia y Lozano (2006) se enfocan al desarrollo de habilidades de creatividad mediante la aplicación de la metodología TRIZ en estudiantes universitarios mexicanos. Peña (2006) realizó un estudio similar con estudiantes mexicanos en de primer ingreso.

Considerando el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad en estudiantes universitarios como un aspecto de suma importancia para desenvolverse en la sociedad actual, y tomando en cuenta que el factor cultural toma mucha fuerza en el desarrollo de las mismas, en el siguiente punto se propone delimitar el presente estudio por una pregunta de investigación.

### *Pregunta de investigación*

La siguiente es la pregunta de investigación:

*¿Cómo se pueden desarrollar competencias de innovación y creatividad en estudiantes universitarios de ingeniería?*

Preguntas específicas:

1. ¿La utilización de las metodologías TRIZ y QFD como estrategia de enseñanza aumenta significativamente la solución creativa de problemas con enfoque a clientes en estudiantes de instituciones de educación superior mexicanas?
2. ¿Es posible que con las metodologías TRIZ y QFD los estudiantes universitarios y de posgrado desarrollen capacidades de innovación y creatividad en el desarrollo de productos innovadores?
3. ¿Se puede medir la creatividad?
4. ¿Cómo influye los aspectos culturales en los estudiantes universitarios y de posgrado en relación al fomento de innovación y creatividad?
5. ¿Qué factores debe tomar en cuenta un modelo educativo para estar acordes con los requerimientos globales?

### *Objetivo de investigación*

Partiendo de la pregunta general de investigación, el objetivo general de esta tesis consiste en indagar cómo se desarrollan competencias de innovación y creatividad en estudiantes universitarios de ingeniería. Así mismo, es importante considerar el factor cultural como parte fundamental para el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, así como la comparación del perfil de los estudiantes por su nivel de estudios y entre universidades.

### *Objetivos específicos*

Es importante tomar en cuenta que la investigación traerá nuevas interrogantes, es por ello que se delimitará mediante los siguientes objetivos específicos:

- Indagar la aportación que hace TRIZ para la solución creativa de problemas y la del QFD en el diseño de productos innovadores enfocados en las necesidades de los clientes, en estudiantes universitarios y de posgrado.
- Investigar si es posible desarrollar competencias de innovación y creatividad en estudiantes de ingenierías en una sola materia del currículo escolar.
- Comparar el perfil de los alumnos de las diferentes universidades.
- Describir los factores implícitos en la construcción de ambientes de aprendizaje para el fomento de habilidades requeridas en la globalización mediante un modelo educativo propicio para su desarrollo.
- Comparar el ambiente cultural entre instituciones de educación superior como factor en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad entre sus estudiantes de ingeniería, así como el contraste entre pregrado y posgrado.

- Definir los elementos que contiene una cultura de innovación y creatividad en estudiantes universitarios.

### *Justificación de la investigación*

Carrillo (1999), Mora, García, y Villa, (s/f) mencionan que el concepto de capital humano refleja la idea de que los individuos pueden decidir utilizar sus recursos para su consumo permanente. Para lograr sobrevivir en la sociedad del siglo XXI es necesario que las personas desarrollen capacidades que les permitan ser competitivos a nivel mundial.

Además de otras, crece la necesidad del desarrollo de habilidades de innovación y creatividad como símbolo de competitividad mundial, dado que da pie a la creación de aplicaciones útiles a la sociedad. Es en este punto donde la labor de las universidades toma presencia dado que son precisamente éstas las que de forma natural pueden incorporar la cultura de innovación entre sus estudiantes, a fin de beneficiar a diversas sociedades.

Como se mencionó anteriormente, en la revisión de artículos para el desarrollo de esta investigación se encontraron pocas investigaciones relacionados o teorías que detallen como se puede llegar a desarrollar estas habilidades en estudiantes universitarios, se tiene referencia de algunos de ellos, mismos que se tratan en el capítulo 2 de este estudio. Por otra parte, no se encontró evidencia de estudios sobre el impacto de la cultura en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad en estudiantes universitarios. Hasta el momento se desconoce este impacto en las universidades mexicanas y el contraste entre ellas.

Por lo tanto, el tema que se presenta es considerado importante dado que es necesario que las universidades re-estructuren su papel ante los requerimientos de la nueva economía, considerando las demandas del desarrollo de competencias clave que permitan que los individuos

de desenvuelvan en el mundo actual. Y como se ha expresado anteriormente, la innovación y la creatividad son dos de las habilidades claves para lograr este cometido.

En síntesis, los resultados que se obtendrán de esta investigación serán una aportación más al conocimiento en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad tocando aspectos culturales que tienen injerencia en esta tarea. Por lo que en primera instancia, la contribución principal del presente estudio será profundizar, por medio de la aplicación de las metodologías TRIZ y QFD, en el conocimiento sobre las herramientas que propician la solución creativa de problemas llegando a ideas innovadoras, y el aumento significativo de estas habilidades. En segunda instancia se investigará en qué medida la cultura universitaria obstaculiza o fomenta el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad mediante la comparación entre universidades mexicanas. Finalmente se pretendió relacionar la investigación con la teoría por medio de la propuesta de un modelo educativo acorde con los requerimientos mundiales.

### *Limitaciones*

Algunas limitaciones que pudieran surgir en el desarrollo de la investigación son las siguientes:

- Restricciones en el tamaño de la muestra, dado que por la naturaleza de este estudio se investigó en cinco grupos experimentales y uno de control, es preciso considerar que cada grupo tuvo diferente número de alumnos.
- Los grupos de posgrado, dado su nivel, tuvieron más requerimientos en su prototipo final que el de los alumnos de pregrado.

- Solo se encontró un grupo de control que cumplía con similitudes respecto a los grupos experimentales como las edades y el semestre que están cursando. No se pudo conseguir grupos de control para cada grupo experimental dado que no había grupos paralelos.
- Es importante aclarar que solo se investigó en un determinado periodo escolar, por lo que no hay seguimiento anterior y no habrá seguimiento posterior de los alumnos que participaron en la muestra.
- La restricción de tiempo fue latente, la obtención de datos se realizó durante los meses de Agosto a Noviembre del 2007, por lo que fue de suma importancia la administración del tiempo por parte de la investigadora.
- Los profesores y alumnos tenían gran cantidad de trabajo, por lo que la preocupación fue que la presente investigación no entorpeciera sus actividades.
- Cada uno de los grupos experimentales estuvo expuesto a las metodologías TRIZ y QFD durante una semana cada una, aplicándolas en el prototipo final.
- También se tuvo falta de control y uniformidad en la forma en que se enseñaron y aplicaron ambas metodologías por parte de los profesores.

## **Capítulo 2**

### **Marco teórico**

En el presente capítulo se expondrá el marco teórico en el que se basa la investigación con el fin de proporcionar conocimiento profundo de los conceptos y teorías que serán manejadas a lo largo de esta tesis. El gran paraguas es la globalización y economía del conocimiento, que posteriormente se enlaza con la educación superior del siglo XXI y el desarrollo de capacidades para el trabajo. La sección del modelo educativo tiene como propósito describir los problemas a los que se enfrentan las universidades ante los cambios mundiales y las transformaciones a las que ha sido expuesta. Así mismo se enunciarán las declaraciones mundiales sobre la educación superior y su papel dentro del siglo XXI, la cual se enfoca en el desarrollo de competencias para preparar individuos que enfrenten los retos globales.

De lo anterior, se desprende el tema del desarrollo de capacidades de innovación y creatividad, sus definiciones, cómo medirlas, el papel de las universidades en el desarrollo de las mismas, con el fin de pasar al tema del fomento de habilidades de innovación y creatividad en estudiantes universitarios de ingeniería. Para englobar estas necesidades, otro tema a tratar será el enlace universidad-empresa-gobierno y el impacto sobre el currículo escolar.

Por otra parte, el factor cultural en el desarrollo de innovación y creatividad toca temas relacionados a los diferentes entornos en los que el individuo está inmerso. Finalmente se enlistarán las diversas herramientas que fomentan la innovación y creatividad y se analizarán las

metodologías TRIZ (Teoría de solución de problemas creativos) y QFD (Despliegue de la función de calidad), mismas que fueron la base para la presente investigación.

### *Globalización y economía del conocimiento*

Aunque existen diversas definiciones del término globalización, todas se enmarcan en que es un proceso en donde los mercados globales conjugan sus economías de tal forma que los ciudadanos del globo terráqueo se preparan a través del desarrollo de diferentes habilidades con la finalidad de hacer frente a todos los retos marcados por la ésta, (Sen, (2006); Majó y Marqués, (2001); Carrillo, (2005); Malagon, (1999); Rodríguez, (2005); Pérez, (2003)).

Existen autores quienes mencionan que se debe considerar la dualidad que la globalización provoca al ser potencial tanto de posibilidades como de desigualdades, mapeando el mundo entre los dominados y los dominantes en este proceso, (UNESCO (2002); Sagasti, (2004); Souza, (2006); Banco Mundial, (1998); Castells, (2001)).

En el mismo sentido, Sagasti (2004) menciona que la concentración de este conocimiento se encuentra en pocas naciones altamente desarrolladas, por lo tanto los países en desarrollo tienen técnicas y conocimientos tradicionales que poco se complementa con el conocimiento moderno, sus tecnologías, productos y servicios. La consecuencia es que los países en vías de desarrollo reciben tales conocimientos de manera pasiva por las naciones desarrolladas, sin oportunidad aparente de ingresar nuevo conocimiento.

Sin embargo, para encarar estas desigualdades, organismos de carácter internacional han reflejado la necesidad inminente de habituarse a las nuevas necesidades mundiales para evitar, en cuanto sea posible, la injusticia social, económica y tecnológica de la que muchos países son víctimas. El Banco Mundial en su Informe sobre el desarrollo mundial 1998/99 compara el conocimiento con "la luz" de la economía, " pues su ingravidez e intangibilidad le permiten

llegar sin dificultad a todos los confines e iluminar la vida de los seres humanos en todo el mundo".

Es indudable el hecho de que el nuevo siglo ha traído una sociedad renovada, extremadamente dinámica e intercomunicada, global y transparente, Majó y Marqués (2001) mencionan que debido a esto, todo cambia al ritmo de los vertiginosos avances científicos y de acuerdo con las directrices del nuevo liberalismo económico de alcance mundial, por lo que McCain (s/f) concluye que dentro de este contexto de globalización y en conjunto con el conocimiento en las sociedades, se plantea la idea de una “sociedad del conocimiento”, que su vez se identifica como economía del conocimiento.

Desde el punto de vista de David y Foray (2002), las economías industriales van transformándose progresivamente en otras inspiradas en el saber, mediante inversiones elevadas en educación, formación, investigación y desarrollo, programas informáticos y sistemas de información. Una de las características fundamentales es el uso destacado de tecnologías de información y comunicaciones (TIC's), no solo para la comunicación entre las personas sino para la creación de nuevo conocimiento. El proceso de aprendizaje se potencia en común, a través de redes, empresas, gremios, comunicación inter e intrainstitucional, entre comunidades y países. (GEPSEA, 2007).

Con las sociedades del conocimiento emergen otros paradigmas que muchas naciones están dispuestas a cambiar, por ejemplo la innovación, que para David y Foray (2002) dentro de todo el cambio de la sociedad industrial a la del conocimiento se produce una enorme intensidad en la innovación.

En este sentido la OECD está formada por países que tienen como objetivo contribuir al desarrollo económico mundial mediante el empleo, el desarrollo sustentable y el aumento de los estándares de vida. Este organismo ha contribuido a incrementar el apoyo a la investigación y



desarrollo en un 4.6% anual entre 1995 y 2001, pero en menos de 2.2% entre 2001 y 2005.

Además, 3.9 millones de investigadores han trabajado en investigación y desarrollo en la OECD en 2005, en donde 2/3 fueron empleados en el sector negocios. (OECD, 2007).

Factores como sociedad, economía, tecnología y escuela, convergen para visualizar lo que podría ser una sociedad basada en conocimiento. La escuela, entonces, carga en sus hombros con una responsabilidad magna al visualizar la forma en que se puede educar a las personas en estas sociedades, lo que veremos en posteriores capítulos.

### *La educación superior en el siglo XXI*

Actualmente la riqueza de las naciones se pondera fundamentalmente por el nivel de conocimientos o tecnología que se incorpora a los productos y servicios. Por lo demás, el nivel de competitividad actual reside en la mayor o menor capacidad intelectual de creatividad e innovación que posean las personas y en la aptitud para aplicar esas nuevas ideas a realidades siempre cambiantes, (Galeano 2006).

La educación tiene mucho que ver con ésta directriz, se concibe como un concepto amplio que se refiere a un conjunto de actividades y prácticas sociales entre las cuales la humanidad se desarrolla y entra en un proceso de socialización entre sus miembros, (Vázquez, (1970); Diccionario de las Ciencias de la Educación (1997); Revista Iberoamericana de Educación (1994)). Almada (2000) por su parte, la relaciona como un proceso permanente de enriquecimiento continuo del conocimiento y del saber hacer o “saber cómo hacer”.

Indudablemente el objetivo de la educación es cumplir con las funciones de instruir y capacitar indiscriminadamente a todas las personas para el trabajo. Tiana (1996) menciona que se debe tomar en cuenta que la rigidez de un sistema educativo es considerada como un elemento de

retraso más que de progreso. Es por ello que la educación debe evolucionar a la par de las sociedades actuales, sus necesidades y con miras a la globalización.

En este sentido la visión reproductivista de la educación dice que está ligada al mercado de trabajo, es por ello que Ramis (1992) maneja dos conceptos de educación: adiestramiento y desarrollo del potencial humano que permite e incrementa la libertad de la persona. Por consecuencia las escuelas planean el desarrollo de ciertas competencias para que los individuos puedan cumplir con su responsabilidad social. Al respecto Naseeh (2006) indica que el movimiento hacia la educación basada en competencias representa áreas y materias en donde los estudiantes necesitan desarrollar conocimiento práctico y teórico. Asevera que el currículo basado en competencias ayuda a los estudiantes a desempeñarse en situaciones reales.

Por lo tanto, es evidente que los cambios en la sociedad actual marcan la trayectoria de las instituciones de educación haciendo que se enfrente a los retos que trae consigo la globalización. En este sentido Kumar (2005) indica que en el siglo XXI las instituciones de educación superior deben estar preocupadas identificando y formalizando el conocimiento existente, adquirir nuevo conocimiento para uso futuro y crear sistemas que embonen eficientemente en la aplicación del conocimiento.

Dado lo anterior, Naseeh (2006) indica que es inminente la necesidad de re-estructurar las universidades para contribuir a la sociedad del siglo XXI con el objeto de que estén acordes a las necesidades de la población. Por otra parte Mayorga (1999) señala que posiblemente el desafío que más englobe a las universidades en la nueva era sea el de contribuir significativamente a construir una sociedad basada en el conocimiento, por lo que Almada (2000) establece que ante esta realidad, la educación, la formación profesional, la formación académica y la actualización como proceso permanente de vida, se convierten en pilares fundamentales de las reformas sociales, económicas y políticas que deberán enfrentar las sociedades del siglo XXI.

En forma resumida Galeano (2006) menciona que dentro de los cambios en los sistemas educativos y de formación profesional se han dado los siguientes:

Tabla 1

Cambios en los sistemas educativos y de formación profesional (Galeano, 2006)

<b>Antes</b>	<b>Después</b>
1. De la educación y formación escolarizada y segmentada dicotómicamente entre “humanístico-científica” y “técnico-profesional”.	1. A la educación y formación permanentes, que incluyen una sólida formación de base e integran lo “humanístico-científico” con lo “técnico-profesional”.
2. Del divorcio entre “teoría y práctica”; entre “saber y hacer”.	2. A una conjugación de “teoría y práctica”; y a una integración de “saber y hacer”.
3. De la educación con énfasis en la enseñanza	3. A la educación con énfasis en el aprendizaje, en busca de cultivar en las personas el aprendizaje permanente (“Aprender a Aprender”).
4. De la enseñanza verticalista sentada en la autoridad personal del maestro o profesor.	4. A la enseñanza y aprendizajes compartidos en los que profesor y alumno interactúan, se descubren simultáneamente y se respetan como personas.
5. De la educación y formación profesional destinada a preparar a las personas para puestos especializados de trabajo.	5. A la educación y formación profesional Destinada a preparar personas flexibles, polivalentes y multifuncionales, capaces de moverse horizontal y verticalmente dentro de la organización.
6. De una oferta educativa rígida y estandarizada, con poca consulta con el medio productivo, laboral y social.	6. A una oferta educativa flexible y diversificada, que tenga en cuenta las demandas educativas y de formación presentadas por las personas y el medio productivo, laboral y social.
7. De la educación y formación profesional terminal, según la edad.	8. A la educación y formación profesional como un proceso de toda la vida (educación y formación continuas).

Como resultado de todos estos cambios, la educación busca que los individuos estén capacitados para enfrentarse al mercado laboral actual, por lo que Mungaray (2001) dice que la educación superior requiere valorar y aceptar el papel que juega el trabajo en el aprendizaje. Naseeh (2006) por su parte, señala que las demandas globales han creado nuevos mercados para la educación, hace mención a que dentro de los retos actuales de las instituciones de educación

está el establecer relaciones entre educación, investigación, negocios, industria, gobierno y comunidad, para lograr subsistir en el ambiente global, tal como lo mencionan Etzkowitz y Leydesdorff (1997), en su modelo de la “Triple Hélice” (relación industria-escuela-gobierno).

Funcionalmente Carrillo (2002) expresa que las escuelas en la nueva economía deben ser capaces de formar individuos que se desenvuelvan en el mundo fluidamente, menciona que se debe invertir en capital humano mediante el reforzamiento de la educación y la capacitación haciendo la profesión de la enseñanza más atractiva, mejorando ligas entre la educación y el mercado de labor hacia la naturaleza cambiante del trabajo.

Dadas estas condiciones, organismos internacionales proponen cambios en la educación superior, como la UNESCO, que visualizando la crisis en la que ésta se encuentra ha desarrollado propuestas que implican la necesidad de reestructurar su papel y misión identificando nuevos enfoques y estableciendo prioridades para su desarrollo futuro.

Por otro lado, el Banco Mundial (BM) examina las principales dimensiones de la crisis de la educación superior en los llamados países en desarrollo y evalúa las perspectivas de lo que se considera como una reforma exitosa en dicho sector. Por su parte el BID (Banco Interamericano de Desarrollo), presenta sus investigaciones acerca de la enseñanza superior en la región, así como la estrategia para promover su mejoramiento.

Otro organismo que se preocupa por las tendencias de la educación mundial es la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico), que pone especial énfasis en la medida que el sistema educativo responde a las necesidades de la economía y la sociedad, además de contribuir al seguimiento del desarrollo económico y el progreso social.

Dentro de los puntos trascendentales en la transformación de la forma de educar, Aguerrondo (2004) señala que la educación hace la diferencia, una nueva competencia: el saber tecnológico, mejor educación a menores costos, estado o mercado para el servicio educativo, la

transformación debe ser integral y consensuada. Carrillo (2002) lo relaciona con la unión entre educación-trabajo y su capacidad dinámica de cambio. Por consecuencia, la transformación de los requerimientos del mercado laboral demanda una evolución educativa que entre otras cosas, conlleva al desarrollo de habilidades y conocimientos específicos que permitan a los individuos desarrollarse de acuerdo a las necesidades de los mercados laborales, (Naseeh (2006); Galeano (2006); Gallart (1997)).

Con lo anterior queda claro que el punto de convergencia entre escuela-trabajo es la educación por competencias. Naseeh (2006) indica que el movimiento hacia la educación basada en competencias representa áreas y materias en donde los estudiantes necesitan desarrollar conocimiento práctico y teórico, es decir, actuar en situaciones reales. Lo anterior permite que los individuos desarrollen habilidades específicas para la toma de decisiones, trabajo colaborativo, flexibilidad ante el cambio, capacidad para identificar, acceder y manejar fuentes de información; capacidad para desarrollar y presentar propuestas de solución; destrezas técnicas y tendencia hacia la autoformación, entre otras (Andrade, 1996).

Por “competencia clave” se entiende según Silveira (1998), como una capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente la actividad laboral plenamente identificada. Menciona a Agudelo (1998) definiéndola como una capacidad integral que tiene una persona para desempeñarse efectivamente en situaciones específicas del trabajo, y a Ducci, (1997) como la construcción social de aprendizajes significativos y útiles para el desempeño productivo. Por lo que parece inevitable convenir que la formación del capital humano constituye un punto neurálgico para el desarrollo social, económico y tecnológico contemporáneo.

Existen autores como Petrides y Nguyen (2006), Naseh (2006) y Mayorga (1999) que apelan a la inminente re-estructura de las universidades como consecuencia del desarrollo global mediante diferentes estrategias hacia el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo,

pensamiento analítico, crítico, creatividad, por mencionar algunas de ellas, y aún que se cuenta con el apoyo de organismos de talla internacional como la OCDE, BID, UNESCO y el BM.

Un importante organismo que establece normas para certificar a las instituciones de educación superior en donde incluyen lineamientos relacionados a la creatividad e innovación es la ABET (Leadership and Quality Assurance in Applied Science, Computing, Engineering, and Technology Education) que está dedicada a acreditar programas de universidades en ciencias aplicadas, computación, ingeniería y tecnología. Dentro de sus estrategias se encuentran: Innovación educativa, acreditación y calidad, y creación de trabajos. La organización menciona que es esencial para las universidades innovar, ser creativas y tener acciones competitivas.

Otra instancia normativa es la SACS Southern Association of Colleges and Schools, (2008) tiene como misión mejorar la educación. Este organismo apoya las innovaciones en las escuelas mediante el reforzamiento de enseñanza efectiva con aproximaciones innovadoras en el salón de clases y en el aprendizaje del alumno.

Sin embargo, hay otros autores que afirman que los sistemas educativos son los últimos en renovarse ante los cambios (Silveira (1998); Galeano (2006); Picardo (2005); Nasse (2006); Hargreaves (2003); Santo (2005); Aguerrondo (2004) y Senge (2000)), todos ellos concuerdan de alguna manera en que estas estrategias son contrarias a las que proporciona la escuela misma que impone modelos, soluciones, estimula la obediencia y la memoria no comprensiva, sistemas escolares que enseñan asignaturas que dividen la realidad, que solo instruyen en la solución de problemas conocidos, centrados en el profesor y no en el estudiante, lo que minimiza la capacidad de auto-aprendizaje además de inducir hacia la competencia individual y no a la formación de equipos competentes.

Es de resaltar el trabajo de Illich (1970), quien llama a la “des-escolarización”, el concepto se inclina claramente que no solo la escuela, sino también la sociedad debe de “pensar fuera” del

concepto escuela para educar individuos capaces de pensar por sí mismos y tomar decisiones. Aparentemente los conocimientos adquiridos fuera de la escuela vienen a definir un modo de acceder a la información más adecuado a los requerimientos de la sociedad globalizada. (Aguilera y Gómez, (2001)).

Illich (1970), autor que traspasó sus ideas desde los años 70's, tenía una clara visión de la efectividad en la enseñanza, él menciona que las escuelas son ineficientes en lo que referente a la instrucción, ya el currículo no está percibido con base a la adquisición de habilidades. Contrario a esto, Esteve (2003) establece que las escuelas actuales buscan la tercera revolución educativa que se enfoca a la comprensión del papel de las escuelas en la sociedad del conocimiento. Se está avanzando en este sentido, por lo que Hargreaves (2003) menciona que las escuelas deberían participar en el negocio del saber, haciendo que sus alumnos se conviertan en trabajadores del saber, por lo que sobresale que la nueva sociedad exige estructuras escolares modernas para desarrollar destrezas y cualidades en los individuos.

Como parte esencial en toda esta revolución global sobresalen las tecnologías de información y comunicaciones (TIC's), mismas que se han hecho imprescindibles en cualquier esfera de actividad humana, por lo que el entorno escolar no se libra de su influencia. En este sentido, Naseeh (2006) indica que los estudiantes deben tener competencias básicas adecuadas para la comunicación y colaboración con el profesor y otros estudiantes por medio de la computadora y otras tecnologías.

Sin embargo, muchos autores hacen alusión a que las TIC's también forman parte de la brecha que se abre entre los países. Es así que cautelosamente, Villalonga (2003) menciona que las tecnologías de la información y la comunicación están impulsando de manera evidente un proceso de globalización que arroja resultados aún inciertos y que deben examinarse con cuidado

con la luz crítica que requiere un fenómeno de estas dimensiones sociales. El autor se refiere concretamente a lo que Manuel Catells (2001) llama brecha digital, que es la distancia que separa a los países ricos en conectividad de aquellos en los que aun es emergente.

En una necesidad resumida, Aguerro (2004) señala que en la nueva sociedad del conocimiento, la educación hace la diferencia, la nueva competencia es el saber tecnológico y los sistemas educativos no generan empleo, hacen “empleable” a la gente. Por lo tanto, el desarrollo de competencias clave en los estudiantes del siglo XXI es una necesidad y debe estar bien planeada por las instituciones educativas.

Las universidades tienen ante sí un gran reto, proveer conocimientos que permitan que los individuos puedan adaptarse con éxito al medio ambiente global. En este sentido la necesidad imperiosa del cambio radica en proveer de procesos adaptables que permitan a los estudiantes personalizar su aprendizaje y al mismo tiempo desarrollar las competencias necesarias para su desarrollo en la sociedad del conocimiento.

Habiendo situado el presente estudio a través de un marco teórico que hace mención a las necesidades cambiantes que trae consigo la globalización, y estando conscientes de la inminente necesidad de re-estructurar la educación superior con miras a sufragar las demandas mundiales, se procede a seleccionar dos de las competencias que la globalización requiere para permanecer dentro de la competencia mundial. Por lo tanto, el presente estudio se basará en la creatividad y la innovación como dos de las habilidades a desarrollar en estudiantes de educación superior con el fin de contribuir a su desarrollo y efectivo desempeño en los mercados laborales.

### *Modelo educativo*



Como se ha visto, la configuración mundial reta a nuevos paradigmas de acción, es por ello que las instituciones educativas deben cambiar su forma de operación para alinearse a este nuevo reto cumpliendo con la función que de formar el capital intelectual que permitirá seguir adelante con la competitividad global. Además de todo lo que sugiere este marco académico en relación a la calidad, capacitación y actualización de planes de estudio, se encuentra el modelo educativo y su inminente necesidad de ser actualizado.

Sin embargo, uno de los grandes problemas a los que se enfrentan las instituciones educativas es la resistencia al cambio. Muchos sistemas educativos han sido presionados para cambiar sus estrategias en el proceso enseñanza-aprendizaje a raíz de los cambios mundiales y a la competitividad creciente que ha traído consigo la globalización. Como un ejemplo, Corvalán (1994) argumenta que en la gran mayoría de los países latinoamericanos se encuentra en marcha un proceso de transformación de los sistemas educativos ya sea en los procesos curriculares, de modalidad y financiamiento.

De acuerdo con la Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI promulgada por la UNESCO (1998), se prevé que la universidad dedique más atención a las competencias genéricas, a las capacidades sociales y al desarrollo de la personalidad; que modifique su función en el paso hacia una sociedad de aprendizaje durante toda la vida; que prepare a los estudiantes para la creciente mundialización e internacionalización económica y social, además de que establezca modos regulares de comunicación entre la educación superior y el mundo del trabajo.

Por su parte, Aguerrondo (1997) menciona que los sistemas educativos tienen la tendencia de mirar hacia atrás, sin embargo, esta mirada no responde a las necesidades actuales y menos futuras de la educación. Frente a un mundo en el que el problema son los cambios de paradigma

en todos los aspectos de la sociedad, las reformas educativas se esfuerzan por respetar el modelo clásico escolar introduciéndole nuevos elementos que, al no formar parte del modelo original, no tienen suficiente fuerza como para transformarlo.

Aunado a lo anterior, Tiana (1996) argumenta que el interés generalizado de las instituciones de educación superior en sus modelos educativos radica en la necesidad de saber si los estudiantes realmente están adquiriendo los conocimientos, competencias, actitudes y valores necesarios para desempeñarse con éxito en la sociedad y para convivir armónicamente en comunidad.

Visualizando la historia, Gvirtz y Patrucci (2004), mencionan que durante la década de 1990 en los sistemas educativos dieron lugar a que se configuraran políticas educativas específicas. La descentralización de los sistemas educativos, la penetración de mecanismos de mercado en la coordinación de acciones, la reestructuración de los esquemas laborales basados en la flexibilización de regulaciones, y la devolución del manejo de las instituciones a las escuelas, trayendo consigo el término de "autonomía escolar" fueron sólo algunas de las formas que tomaron estas políticas que algunos autores denominaron de corte "neoliberal". Algunos aspectos que están asociados al fracaso escolar en países Latinoamericanos son: el excesivo centralismo y burocratismo en la administración, planificación y gestión del proceso educativo; la rigidez del curriculum, con planes y programas únicos de educación general básica para todo el territorio nacional y la prevaleciente orientación urbana de la educación en la cobertura y los contenidos.

Dentro del contexto mexicano, Esquivas y González (2004) mencionan que de acuerdo a un estudio en donde se determinaron los enfoques pedagógicos característicos de México, se encontró que cuentan con características distintivas y difieren en su filosofía, metodología,

materiales a utilizar, entre otras cosas. Los autores mencionan que los enfoques característicos de la educación en México pueden ser identificados dentro de: Tradicional, Montessori y Freinet.

El enfoque tradicional predomina en la mayoría de las escuelas mexicanas, se centra en la transmisión del conocimiento de tipo declarativo, favoreciendo un aprendizaje por recepción.- repetitivo, en donde el papel principal lo desempeña el docente, como única autoridad del grupo; aspecto que se contrapone a los nuevos requerimientos de la globalización (Mungaray, (2001); Mayorga, (1999); Malagon, (1999); Gervilla (2002)).

Por otro lado el enfoque Montessori era considerado como pedagogía científica, cuya concepción de la educación se inspira en la naturaleza y las leyes del desarrollo infantil, al margen de los hábitos tradicionales, incluso de la propia tradición y de toda consideración metafísica. Aquí el alumno es protagonista en el proceso enseñanza aprendizaje, trabajando a su propio ritmo en un ambiente libre. El profesor se convierte en guía y asesor, por lo que se infiere que, este método va más acorde a los requerimientos actuales.

Acerca del enfoque Freinet, se destacan características centrales como el socialismo, se aporta un nuevo concepto con importantes implicaciones denominando a la clase “célula social” y convirtiéndola en una institución democrática y cooperativa en donde el tanteo experimental permite al alumno confrontarse y abordar dificultades, las cuales conducen al intercambio y la cooperación. Los alumnos son protagonistas en el salón de clases y junto con el profesor, de manera democrática, toman decisiones sobre lo que van a aprender.

Existen muchos modelos educativos que son llevados a cabo en diferentes circunstancias y perspectivas, el reto es adaptarlos a los cambios constantes que propicia el mundo y entrelazarlos en el sistema social de la Nueva Economía. Por lo que Aguerro (1997) menciona que llevar a la práctica cambios profundos es un problema complejo, se necesita cambios sociales, estrategias masivas, e integrar el proceso de cambio.

Hay muchas necesidades que demanda la globalización, las cuales han venido a traer cambios en los modelos educativos a nivel mundial. Como se ha mencionado anteriormente, en un mundo en rápido cambio se percibe la necesidad de una nueva visión y un nuevo modelo de enseñanza superior que debería estar centrado en el estudiante, lo cual exige, en la mayor parte de los países, reformas en profundidad y una política de ampliación del acceso, para acoger a categorías de personas cada vez más diversas, así como una renovación de los contenidos, métodos, prácticas y medios de transmisión del saber, que han de basarse en nuevos tipos de vínculos y de colaboración con la comunidad y con los más amplios sectores de la sociedad, (Psicología y psicoanálisis, 2008).

Por su parte, Castellanos (s/f) menciona que el hilo conductor de las innovaciones educativas se plantea desde la misión y visión institucional. Un modelo educativo innovador se proyecta también a formar sujetos con altas capacidades y competencias profesionales, utilizando para ello estructuras curriculares dotadas de mayor flexibilidad, desarrollando una gestión y administración educativa eficiente, integrando el uso de múltiples herramientas educativas para favorecer mejores procesos de aprendizaje, lo cual significa reorganizar a fondo los procesos administrativos que la institución tiene.

Por su parte, Ramírez (2004) indica que lo que modifica la relación educativa en los procesos de innovación actuales y que a corto plazo invadirán el ámbito de lo educativo:

- Se acorta la distancia entre la ciencia y la innovación, en el campo de la educación.  
Nuevas investigaciones en los procesos de cognición tecnología y educación.
- Nuevos modelos educativos que diversifican las tecnologías y posibilitan una mayor planeación de las estructuras pedagógicas y de auto aprendizaje.

- La innovación en las estructuras curriculares. Tendencia al currículo universal.
- Producción de materiales multimedia, en línea y fuera de línea.
- Un desarrollo acelerado de la plataforma tecnológica.
- Nuevas estructuras organizacionales. Grupos multiprofesionales.

El autor continua diciendo que el curriculum universal flexible y heterogéneo que en el corto plazo permita demostrar que es posible mejorar la calidad de la educación a partir de combinar conocimientos y formaciones de diferentes instituciones, culturas y países. Así la formación profesional permitiría realmente la certificación, el intercambio de conocimientos entre profesionales de diferentes países y en el estudiante aprendizajes diferenciados y autónomos. La innovación curricular debe ir acompañada del cambio en las instituciones educativas y en sus legislaciones nacionales de certificación.

En el mismo orden de ideas, Gutiérrez (2003) indica que algunos enfoques y modelos centrados en el aprendizaje, particularmente los que se relacionan con la noción de entornos abiertos, constituyen nuevas formas de elaboración de propuestas curriculares flexibles, modificando completamente el concepto de la formación profesional e implicando cambios sustanciales en la organización de programas educativos y de sus condiciones de operación.

La autora continúa diciendo que entre los modelos educativos innovadores, existen las siguientes características:

- Modelos basados en competencias profesionales
- Entornos virtuales de aprendizaje (WEB Based Learning)
- Aprendizaje basado en problemas (ABP o PBL por sus siglas en inglés)
- Aprendizaje basado en proyectos (POL por sus siglas en inglés)

- Sistemas modulares
- Modelos tutoriales

Para estar acordes a estos cambios, los sistemas educativos se han dado a la tarea de añadir a sus modelos educativos diversos componentes que sean parte de la formación profesional de alumnos. Entre los cambios sobresale la educación por competencias, uso de tecnologías de información, centralización en el estudiante, desarrollo de habilidades de análisis y síntesis, innovación y creatividad, “*Information Literacy*” (desarrollo de habilidades para manejo de información), internacionalización, aplicación de técnicas didácticas, desarrollo de emprendedores, orientación teoría-práctica, entre otras.

Lo anterior trae como consecuencia la necesidad de hacer transformaciones en los procesos didácticos para generar enfoques educativos innovadores centrados en el estudiante y su aprendizaje, centrados en los procesos de construcción de conocimientos y no tanto en su transmisión; de aprovechar los beneficios que brindan las nuevas tecnologías de información (Tecnológico de Monterrey, 2000).

Dado el enfoque de la presente investigación, dentro del estudio de la cultura de innovación y creatividad en los estudiantes universitarios, fue necesario tomar como base los modelos educativos de las instituciones pertenecientes a la muestra, por lo que a continuación se muestra una breve reseña de los modelos educativos del Tecnológico de Monterrey y de la Universidad de Monterrey.

### *Modelo educativo del Tecnológico de Monterrey*

El Tecnológico de Monterrey cuenta con un modelo educativo renovado en 1997 dadas las necesidades planteadas por la misma. Es por ello que se inició un programa de rediseño de cursos orientado a transformar la práctica docente tradicional con la finalidad de estar acordes con las tendencias de la educación del siglo XXI, basados en las declaraciones de la UNESCO (1998), en su “Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y acción”. Por lo que el nuevo modelo educativo se resume de la siguiente forma:

- Otorga nuevos roles a profesor (como facilitador del proceso enseñanza-aprendizaje) y alumno (como participante activo y constructor de su propio aprendizaje)
- Centrado en el aprendizaje
- Incorpora técnicas didácticas como POL (Aprendizaje Orientado a Proyectos), PBL (Aprendizaje Basado en Problemas), AC (Aprendizaje Colaborativo) y MC (Método de Casos)
- La evaluación del aprendizaje se basa en evaluar conocimientos, habilidades, actitudes y valores, de esta manera se cubren cabalmente las funciones diagnóstica, formativa y sumativa.
- Utiliza el potencial de nuevas tecnologías de la información y de la comunicación para el diseño de los cursos en plataforma tecnológica Blackboard.

Consientes de las necesidades que marca la globalización, el Tecnológico de Monterrey ha establecido un modelo educativo centrándose en el alumno fundamentado en dos principios: el constructivista y el experiencial, (Martín, 2002). En la tabla 2 se muestra las características de un modelo tradicional en contraste con el modelo educativo del Tecnológico de Monterrey:

Tabla 2

Comparación de un modelo educativo tradicional con el modelo educativo del Tecnológico de Monterrey.

<b>Modelo educativo tradicional</b>	<b>Modelo educativo del Tecnológico de Monterrey</b>
Centrado en el profesor	Centrado en el alumno
Centrado en la enseñanza	Centrado en el aprendizaje
Aprendizaje individualizado	Aprendizaje colaborativo e individual
Desarrolla habilidades, actitudes y valores de manera lateral	Desarrolla habilidades, actitudes y valores de manera planeada y programada, evalúa su logro
Utiliza la exposición del profesor como método didáctico predominante	Utiliza una variedad de técnicas didácticas
Emplea en forma adicional tecnología	Emplea recursos tecnológicos para enriquecer y hacer más eficiente el proceso enseñanza-aprendizaje

Entre las características de su modelo educativo se encuentran las siguientes:

- El alumno aprende a trabajar colaborativamente
- El alumno adquiere conocimientos relevantes y profundos
- El alumno dirige su propio aprendizaje
- El alumno mejora su aprendizaje a través de la evaluación continua (Martín, 2002).

Además, para complementar su modelo, el Tecnológico de Monterrey hace uso de herramientas tecnológicas para cumplir con los objetivos de aprendizaje. Es por medio de Internet, correo electrónico, plataformas tecnológicas, biblioteca digital y diversas aplicaciones computacionales, que se da el proceso enseñanza-aprendizaje.

Un enfoque educativo innovador, según el Tecnológico de Monterrey (2001), es la incorporación de técnicas didácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje con el fin de centrarse en los procesos de construcción de conocimientos apoyados en las tecnologías de información. Para llegar a este fin, alumnos y profesores se enfrentan a una dinámica en la que los conocimientos evolucionan a un ritmo acelerado, y en donde se tienen que ubicar en los



requerimientos mundiales. Una de las vertientes en este modelo educativo innovador son la incursión de técnicas didácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Algunas de las características de las técnicas didácticas es que estimulan en los alumnos a una participación activa en el proceso de construcción del conocimiento; promueven un aprendizaje amplio; desarrollan habilidades, actitudes y valores; permiten experiencias vivenciales; entre otras (Tecnológico de Monterrey, 2000). Las que utiliza el Tecnológico de Monterrey son las siguientes:

- Aprendizaje Colaborativo (AC). Más que una técnica se considera como una filosofía de interacción y forma personal de trabajo. Entre las habilidades que desarrollan los alumnos se encuentran: administración del tiempo, de tareas y proyectos, generación de conclusiones en equipo, respeto a la colaboración de los miembros, transferencia de conocimiento, entre otras.
- Método de Casos (MC). Los alumnos aprenden sobre la base de experiencias y situaciones de la vida real, lo que permite la construcción de su propio aprendizaje, es un enlace de teoría y práctica. Se desarrollan habilidades de aprendizaje auto dirigido, pensamiento crítico, análisis, solución de problemas, toma de decisiones, trabajo colaborativo, entre otras.
- Aprendizaje Orientado a Problemas (PBL, por sus siglas en inglés). Es un enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en grupos pequeños y bajo la supervisión de un tutor. Los alumnos adquieren conocimientos, valores, actitudes y habilidades en base a problemas reales;

desarrollan la capacidad de aprender por cuenta propia; capacidad de análisis, síntesis y evaluación; capacidad de identificar y resolver problemas, entre otras.

- Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL, por sus siglas en inglés). Esta técnica didáctica que plantea el proceso de aprendizaje que se da en la acción, es decir, que el alumno aprenda haciendo, adquiriendo una metodología adecuada para afrontar los problemas que se presentan en la práctica profesional. Dentro de los aprendizajes del alumno se fomenta la habilidad para trabajar en equipos interdisciplinarios, solución de problemas, habilidades de comunicación y cooperación, aplicación de conocimiento técnico, formulación de objetivos, habilidad de análisis, síntesis, juicio crítico, entre otras, (Tecnológico de Monterrey, 2000).

Como se observa, el modelo educativo del Tecnológico de Monterrey está centrado en el alumno y hace uso de técnicas didácticas que proporcionan una guía para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje, desarrollando las habilidades necesarias para formar individuos que se desempeñen acordes a los requerimientos mundiales, lo anterior enmarcados dentro de las tecnologías de información y comunicaciones.

#### *Modelo educativo de la Universidad de Monterrey*

La Universidad de Monterrey no cuenta con un modelo educativo formal. Sin embargo integra una serie de principios, fines y objetivos que ellos denominan como PFO. Entre sus principios se encuentran los siguientes:

- El hombre es el origen, centro y fin de la cultura, entendida como proceso de humanización
- La universidad está abierta al hombre y la cultura

- El hombre solo se realiza al servicio del hombre

En cuanto a los fines:

- Conservación de la cultura
- Investigación
- Docencia
- Extensión

Objetivos:

- Propiciará las actividades e impartirá los conocimientos que forman al hombre
- Formación integral del ser humano
- Servicio a la comunidad

La estructura de un modelo educativo tiene que encontrar alianzas con la visión, misión, valores, filosofía y desarrollo de cada universidad. Lo anterior aunado a una cultura globalizada permitirá que los sistemas educativos se muevan a la par del globo, ofreciendo niveles de capacitación acordes con las demandas sociales, políticas, económicas y culturales bajo el contexto de las actividades de las poblaciones mundiales.

### *Innovación y creatividad*

A lo largo del tiempo, la creatividad ha sido tomada desde diferentes perspectivas proporcionándole significados diversos de acuerdo a cada época. Se comienza a trabajar en el término desde 1837 concebida como combinaciones de pensamiento para posteriormente ser relacionada con la palabra “genio”. Para fines del siglo IX hubo autores que relacionaban la creatividad como parte de la inteligencia y hasta fue atribuida al tamaño del cerebro, hasta que se

dio origen al concepto de IQ (CI- coeficiente intelectual) dando pie a la aparición de los tests de inteligencia que surgen en 1904.

Fue hasta los años 30's en que comienzan a fundamentarse las teorías de inteligencia llegando hasta la genética misma. Para los años 50's se realizaron estudios con mayor profundidad sobresaliendo la teoría multifactorial de la inteligencia y el pensamiento divergente, con esto se vienen abajo las teorías que atribuían que un mayor IQ significaba mayor nivel de creatividad. En los años 70's se demostró que los niños creativos tienden al éxito en su vida profesional porque se adaptan más rápidamente a los cambios. (Becker 1995; Brody 1992; Nelson 1996 y Espíndola 1996; mencionados por Molina 2005).

Como se puede observar las teorías de principios del siglo pasado relacionaban la creatividad con la inteligencia, y además hacían un esfuerzo por medirlas. Eysenck (1994) menciona que la definición de creatividad inmediatamente dio pie al problema de la diferenciación de la inteligencia de la creatividad. El autor menciona a Spearman (1923, 1927) quien definía la inteligencia en términos de principios genéticos, la educación de las relaciones y correlación era la base de esos nuevos conocimientos y se convirtió en la base de su método de medición de inteligencia.

Como se mencionó anteriormente, en la antigüedad se pensaba que los genios son la manifestación más obvia de la creatividad, sin embargo los estudios de varios autores (Cox, (1926); Terman's (1925); Gibson y Light (1967); Roe (1952)); se dieron cuenta que el IQ, de las personas más destacadas en la historia era en promedio entre 126 y 140, lo que llevó a pensar que la inteligencia no era una condición suficiente para una gran creatividad (Eysenck, 1994).

Sin embargo, el largo recorrido por la medición de estas habilidades apenas comenzaba. A partir de todos estos estudios, nacieron críticas sobre las pruebas que realizaban, uno de los principales oponentes fue Luis Thustone, que según Robinson y Stern (1998), esperaba que la

técnica del análisis factorial diera pie a que los investigadores la utilizaran como una prueba de que la inteligencia era una mezcla compleja de componentes y no solo un factor generalizado. Estas ideas influyeron fuertemente sobre Guilford, quien se dedicó a investigar los factores que conformaban la inteligencia, de su trabajo sobresale un modelo al que llamó “Estructura del intelecto”, donde surge el factor “pensamiento divergente”, por lo que Guilford propone que se ponga especial atención a la creatividad que no estaba en función al IQ.

Dadas las circunstancias globales actuales, hay muchos autores que abordan temas de creatividad con miras a la innovación, aspecto que indudablemente toma una destacada importancia en la globalización. (Sloane (2006); Davila, Epstein, Marc, Shelton (2006); Lord, De Bethizy, Wager, (2005))

La innovación implica romper rutinas y resistencia al cambio, así como planificar a largo plazo y crear una nueva cultura. Es importante mencionar que para que la innovación y la creatividad tomen lugar, debe existir un ambiente adecuado para ser desarrolladas entre los individuos y así fomentarlas (Castilla-La Mancha, 2006).

Precisamente, uno de los ambientes que dan pie a la incubación de ideas son las universidades, Azagra (2003) menciona a Etzkowitz y Leydesdorff, (2000) y a Bush, (1945) al decir que cuando la universidad incorporó la producción de conocimientos científicos entre sus funciones en el siglo XXI empezó a generar de forma espontánea aplicaciones útiles a la sociedad, seguidas de un apoyo creciente de la empresa en países como Estados Unidos. A partir del fin de la Segunda Guerra Mundial la investigación básica se ve como el motor de la innovación; es entonces que las universidades aumentan la interacción con las empresas.

Se dice que la creatividad y la innovación van de la mano, sin embargo, el ser creativo no necesariamente lleva a la innovación, esto depende de un sin fin de factores que afectan su desarrollo, no obstante la innovación siempre será la implementación de la creatividad. Cabe

mencionar que el fomento para el desarrollo y crecimiento de estas dos habilidades es una tarea que contiene grandes retos, así como re-configuraciones sociales y culturales que habrán de tomar paso basadas en un sin fin de procesos y actividades encaminados a integrar las características esenciales para llegar a este objetivo.

### *Definición de creatividad*

Platón enfatizaba la necesidad de la sociedad por gente creativa y el fomento de su desarrollo. A lo largo de la historia, músicos, pintores, escritores, bailarines, etc., usaron la creatividad para realizar sus obras. Actualmente ésta se visualiza como un área en donde la tecnología “no va” (Cropley, 2001).

Como definición generalizada, se puede decir que la creatividad es un proceso que conduce a algo nuevo, pudiendo ser un producto, una idea o la solución a un problema. Tomada desde el punto de vista de diferentes autores es la producción de ideas, es multidimensional y experimental, además implica buscar algo nuevo y diferente. En ese sentido, muchas veces los seres humanos utilizan lo ya existente cambiando de maneras impredecibles aumentando de experiencias humanas más allá de lo usual. Cabe mencionar que la creatividad también es considerada como un proceso físico que una persona debe llevar a cabo para lograr una meta en particular. (Amabile, (1997); Cropley, (2001); Florida, (2002); Navin, (1994); Ramirez, (1994)).

Boden (1999) propone dos tipos de creatividad: p-creatividad (p de psicológica) y h-creatividad (h de histórica). Sustenta esta clasificación en el hecho de que el resultado creativo suele ser reconocido solamente tiempo después de haber surgido y por ello habla de la creatividad histórica-psicológica. La creatividad psicológica no podría definirse como un concepto científico, en el sentido de que está asociada con el valor y éste es un concepto relativo, sujeto a negociación entre los sujetos.

Un aspecto fundamental en el desarrollo de la creatividad son las circunstancias en las que se desarrolla, para Smith, Ward y Finke (1995) la creatividad depende de cómo la gente piensa, por supuesto depende de factores relacionados como el medio ambiente, la cultura individual, habilidades individuales, por mencionar algunas. Sin embargo, los procesos mentales son, para estos autores, la esencia y la máquina de esfuerzos.

Por años, la idea del procesamiento del pensamiento creativo era concebida por muy pocos, en años recientes, esa idea ha sido desbancada con el conocimiento de que cualquier persona comparte los mismos constructos mentales, como lo menciona Stephen (1999), que a su vez menciona a De Bono quien incorporó diversos conceptos en la definición de creatividad. El primero tiene que ver con el nivel más simple, que significa el traer algo que no estaba antes, posteriormente el autor adicionó que las nuevas cosas deben tener un valor, finalmente incluye los conceptos de cambio e incertidumbre.

Guilford entre 1950 y 1967 distingue entre el pensamiento convergente y el pensamiento divergente. El primer tipo de pensamiento, indica que sólo existe una solución correcta para cada problema. Los seres humanos se basan en sus conocimientos previos y ordenan de manera lógica la información disponible para llegar a esa solución inequívoca que cierra el problema. El pensamiento divergente, en cambio observa y contempla varias opciones que desembocan en respuestas múltiples, pudiéndose ser, todas ellas, correctas, según el prisma con el que se mire. Este segundo tipo de pensamiento satisface criterios de originalidad, inventiva y flexibilidad. (Morcillo y Alcahul, 2005).

Se dice que las personas creativas poseen una serie de habilidades específicas como la percepción, intuición, relación, análisis, habilidad para el lenguaje, inteligencia emocional, entre otras, (García, (2002) en Molina, (2005)), que permiten aflorar el pensamiento creativo para la solución de problemas y generación de ideas. Sin embargo, la creatividad no es un trabajo fácil,

para ello se necesita no solo el pensar en alguna idea, sino saber usar herramientas o poseer habilidades que permitan generar soluciones creativas, por lo que la motivación se da paso siendo un factor de suma importancia en la determinación del desempeño creativo (Selby, Shaw y Houtz 2005).

Dentro de estas herramientas se encuentran el pensamiento lateral de Edward De Bono (1970), en los 80's el mismo autor saca a la luz su herramienta de los "seis sombreros pensantes" (*Six thinking hats*); la lluvia de ideas, desarrollada por Osborn en 1940; los mapas mentales de Buzan en 1960, y muchas otras herramientas que ahora son desarrolladas por medio de las tecnologías de información, de éstas se discutirá en posteriores capítulos como apoyo al fomento de la creatividad.

Por otro lado, Stephen (1999) menciona que son necesarias ciertas condiciones internas y externas para lograr ser creativo, se aprecia en la tabla 3:

Tabla 3  
Condiciones para lograr ser creativo

Condiciones internas	Condiciones externas
Apertura a la experiencia	Seguridad psicológica
Evaluación interna	Libertad psicológica
Habilidad para jugar con elementos y conceptos	

El autor indica que cada persona debe continuar aprendiendo y practicando las actitudes y habilidades que hacen que cada quien permanezca en un proceso continuo de creatividad.

Por su parte, Eysenck (1994) revela que el estudio de la creatividad incluye 4 componentes:

- Proceso creativo: Producción de contenido novedoso y original.
- Producto creativo: Incluye el rasgo de la creatividad, pero mucho más que eso.
- Persona creativa: Mostrará creatividad pero también muchas otras características más.



- Situación creativa: Definida como aspecto social, algunos periodos históricos parecen ser que producen más personas y productos creativos que otros.

La creatividad entonces es una proyección del conocimiento, donde se diseña y elabora una realidad. El concepto abstracto de la creatividad es ineludible, sin embargo, con el fin de partir de un indicador se hace necesario tener en cuenta la necesidad de su medición. El siguiente apartado muestra una serie de aspectos relacionados con la creatividad y la forma en que es medida, en estos se hace referencia a una serie de autores que opinan que la creatividad no puede ser medida, mientras que otros juzgan lo contrario.

### *Medición de la creatividad*

“El conocimiento sobre la ciencia comienza cuando se puede medir lo que se está hablando, y ser expresado en números”, es lo que mencionó Lord Kelvin según Eysenck (1994), este autor menciona que pocos son los científicos que pudieran dudar sobre el rol fundamental que las mediciones juegan en la ciencia.

De acuerdo con la historia, Hickey (2001) dice que desde 1960 la medición de la creatividad ha sido influenciada grandemente por las hipótesis de Guilford, que el pensamiento consiste en factores de pensamiento divergente que existen con otros muchos factores posicionados en su “*Structure of Intellect Model*” (Modelo de estructura del Intelecto) de 1967. Tanto el test de Guilford como el de Torrance se basan en la medición de los factores del pensamiento divergente: fluidez, flexibilidad, elaboración y originalidad.

Investigadores como Kaltsounis y Honeywell (1980) publicaron una sustancial lista de test de creatividad, y Torrance y Goff (1989) identificaron no menos de 255 instrumentos para el mismo fin. A pesar de ello, Cropley (2000) menciona que muchos autores han cuestionado su

utilidad generalmente por motivos relacionados con deficiencias técnicas, sin embargo, no los desprecian del todo.

De acuerdo con Eysenck (1994), Spearman fue el primer autor que se acercó a la medición de la creatividad bajo el título de “fluidez”. El desarrollo de una idea de fluidez verbal e imaginativa era la base para la creatividad, y por lo tanto podría ser medida. Los tests denominados “f” (por fluidez) han sido correlacionados con inteligencia, y también con personas extrovertidas, dado que estas personas muestran mayor fluidez. Posteriormente esta fluidez se fusiona con la idea de Guilford de divergencia o PD, (pensamiento divergente) (*DT -divergent thinking*, por sus siglas en inglés).

Por su parte, Gardner (1998) menciona que las pruebas de creatividad son fiables, dado que cada persona puede realizar una prueba en más de una ocasión y probablemente obtendrá la misma puntuación. Sin embargo, el autor ha llegado a la conclusión de que no ha sido posible demostrar que los test de creatividad sean válidos, es decir, una puntuación alta en un test de creatividad no necesariamente indica que una persona sea creativa en su profesión, ni siquiera hay pruebas convincentes de que los individuos que son creativos en su disciplina o cultura exhiban necesariamente el pensamiento divergente que es lo que caracteriza principalmente a los test de creatividad.

En la opinión de este autor, las pruebas de creatividad han fracasado a la hora de satisfacer las expectativas para las que fueron diseñados. Salvo para ciertos fines de investigación, los test de creatividad han afectado poco a la mayor parte de la comunidad investigadora y educativa. Además, casi ninguna de las investigaciones tomó en cuenta el entorno en el que se desempeñaban los individuos que participaron en los estudios.

A su vez Hickey (2001) menciona que la validez de la aproximación factorial para medir el pensamiento creativo ha venido a estar bajo críticas recientes (Amabile, 1996; Brown, 1989;

Perkins, 1988; Plucker & Renzulli, 1999; Plucker & Runco, 1998). La crítica más grande es que los constructos teóricos para la medición del pensamiento divergente fueron validados a través de tests especializados como factor de análisis, pero nunca en contra de cualquier medida externa de creatividad productiva. “El problema principal parece ser que los test de creatividad tienen validez de constructo aparente y no hay criterio de validación” (Brown, 1989, p. 8). Finalmente, llega a la misma conclusión que Gardner (1998) al mencionar que los tests de pensamiento divergente no capturan las instancias complejas de los esfuerzos creativos de la vida real.

Por otra parte, muchos han dudado si es posible medir variables psicológicas, pero la mayoría de los psicólogos creen que todo lo que existe, existe en cantidades, por lo tanto, puede ser medible. Cropley (2001) menciona que los tests usualmente rinden puntuaciones numéricas en las variadas dimensiones que miden, y esto permite diagnósticos diferentes de las fortalezas o debilidades de las personas. Según el autor, los procedimientos de los test pueden ser cuantificados mediante la persona, producto y procesos, en la tabla 4 se muestra los aspectos medibles de productos y procesos:

Tabla 4  
Aspectos medibles de productos y procesos. (Cropley, 2007).

Cualidades de productos	Cualidades de procesos
Originalidad	Sin censura percepción y codificación de la información
Relevancia	Fluidez de ideas
Utilidad	Reconocimiento y construcción del problema
Complejidad	Combinación usual de ideas
Entendimiento	Combinación de categorías
Sorpresivo	Construcción de categorías amplias
Elegante/buen arte	Soluciones razonables
Germinación	Transformación y reestructuración de ideas, implicaciones visibles, elaboración y ampliación de ideas, dirección personal de evaluación de ideas.

Estas propiedades pueden ser consideradas como dimensiones de creatividad medibles.

Con respecto a la creatividad personal, Cropley (2001) menciona que hay dos aproximaciones, los inventarios biográficos y los test de personalidad. El autor hace referencia a la tabla 5 donde se muestra que los tests definen la creatividad en formas multifacéticas:

Tabla 5  
Definición de propiedades de las personas creativas en tests, Cropley (2001).

<b>Motivación</b>	<b>Personalidad</b>
Enfocado a la meta	Imaginación activa
Fascinación por una tarea o área	Flexibilidad
Resistencia a cierres prematuros	Curiosidad
Toma de riesgo	Independencia
Preferencia por la asimetría	Aceptación de las propias diferencias
Preferencias por complejidad	Tolerancia a la ambigüedad
Voluntad para preguntar muchas preguntas inusuales	Confianza en sus propios sentidos
Voluntad para desplegar resultados	Apertura a material subconsciente
Voluntad para consultar otras opiniones	Habilidad para trabajar en muchas ideas simultáneamente
Deseo de ir más allá de lo convencional	Habilidad para reestructurar problemas
	Habilidad para abstraer de lo concreto

Enfocados a un concepto multidimensional de la creatividad en el desarrollo de potencial, sugiere que los test de creatividad pueden hacer una contribución sustancial para promover la aparición del potencial creativo.

¿Cuál es la mejor forma de medir la creatividad como rasgo?, Eysenck (1994) menciona que Hovecar y Bachelor (1989) dieron una taxonomía de estas mediciones:

- Test de pensamiento divergente (Torrance, (1974); Wallach y Kogan (1965), como los mejores conocidos).
- Inventarios de actitudes e intereses (basados en la hipótesis de que la persona creativa expresará actitudes e intereses favoreciendo las actividades creativas)
- Inventarios de personalidad (bajo la hipótesis de que la creatividad es un conjunto de factores de personalidad)
- Inventarios biográficos (basados en que la experiencia pasada puede esbozar el futuro).

- Puntuaciones por profesores, compañeros y supervisores.
- El juicio de productos
- Estudio de personas fuera de lo común.
- Actividades y logros reportados personalmente.

En el mismo orden de ideas, Cropley (2000) menciona que los test de creatividad miden procesos cognitivos específicos, aunque Gardner (2000) hace mención que los investigadores pertenecientes a la ciencia cognitiva denigran la superficialidad de las cuestiones de la creatividad psicométrica, así como la falta de claridad acerca de los procesos mentales supuestamente usados para resolver dichas cuestiones. Sin embargo, continuando con Cropley, los test de creatividad miden procesos cognitivos relativos al pensamiento divergente, hacer asociaciones, construir y combinar grandes categorías en trabajar en muchas ideas simultáneamente. El autor señala que también miden aspectos no cognitivos de creatividad como la motivación (expresión impulsiva, deseo de novedades, tomar riesgos) y propiedades facilitadoras personales como flexibilidad, tolerancia para la independencia o actitudes positivas.

Los test que son usados tanto en investigación como en educación ayudan en la medición del potencial creativo, porque el logro creativo depende de factores adicionales no medibles por los tests de creatividad, como las habilidades técnicas, conocimiento de un área, salud mental u oportunidades iguales para todos. Por tal razón, el concepto multidimensional de creatividad define que las evaluaciones deben basarse en varias pruebas en vez de depender de un solo puntaje, (Cropley, 2000).

Para dar un mayor sentido a la teoría, es necesario mencionar que existen estudios relacionados con la medición de la creatividad como el que menciona Eysenck (1994) en un trabajo realizado por Amelang, Herboth y Oefner que ilustra un método de medición de

creatividad, llamado “análisis prototipo”, el cual integra la colección de muestras de comportamiento creativo y las pone en un cuestionario preguntando a las personas qué tan seguido tienen dichos comportamientos. También menciona a Hovecar y Bachelor (1989) quienes reportaron que las diferentes métricas de creatividad pueden no ser correlativas siempre, ellos concluyen que es evidente que la fiabilidad y la validez discriminante en la creatividad no puede darse por supuesta en la investigación, por lo que sugieren centrarse solo en estudios de la vida real.

Otro caso lo menciona Hickey (2001), quien hizo un estudio sobre la medición cuantitativa de la creatividad expresada en música en niños, señala que comenzó en los años 70's debido al trabajo de Guilford, desde entonces la influencia de este autor y Torrance está en todos los estudios de creatividad en música en donde algunos, o todos los aspectos divergentes, son usados como puntuaciones de respuestas musicales con la finalidad de evaluar la creatividad expresada musicalmente.

El autor se basó en Amabile dado que ha propuesto la forma más válida de medir la creatividad usando evaluaciones subjetivas de los productos creativos por los expertos, es una técnica que ella ha llamado “evaluación en consenso”. El propósito del estudio en cuestión es probar la fiabilidad de la técnica “evaluación por consenso” en las composiciones musicales de los niños y determinar cual grupo de jueces proveen las puntuaciones más fiables de la creatividad para la composiciones de música de niños de quinto grado. Los grupos que se compararon fueron los maestros de música, compositores, teóricos, niños de 2° y 7° grado. Hickey (2001) menciona el argumento de Amabile, que es imposible articular, clara y objetivamente un criterio para un producto creativo, es mejor que “un producto o respuesta sea creativa en la medida que los observadores apropiados independientemente están de acuerdo en que es creativo. La técnica de evaluación por consenso para medir la creatividad en

composiciones musicales muestra ser fiable cuando es usada por los grupos de jueces que son mayores conocedores (en ese contexto).

De una forma enfocada a la fiabilidad de medición de los propios tests, Cropley (2000) hace un estudio de varios tests enfatizando los contenidos que miden y la coherencia con lo que se miden. Debido al número de tests en existencia, restringió la cobertura de dichos instrumentos específicamente referidos a la creatividad en que fueron desarrollados cuando la era moderna de la creatividad fue introducida en los años 50's por Guilford. El autor también reduce la muestra a test en papel y lápiz porque son los que se usan más ampliamente en la investigación de la educación. Los contenidos son organizados en términos de creatividad- relación de conceptos (productos creativos, procesos creativos y personas creativas). El listado de elementos que definen los test de creatividad es mencionado anteriormente en las tablas 3 y 4.

Como se puede observar, la medición de los test de creatividad tiene grandes controversias y lagunas, sin embargo, para saber sobre el incremento o decremento de la creatividad de una persona, o de un grupo de personas en contextos iguales o diferentes, es necesario contar con instrumentos que permitan partir de un punto que pueda ser detectado para ser medido y posteriormente mejorado. Los test de creatividad pueden apoyar en la búsqueda de mediciones y posteriormente mejorar lo que se ha medido, sin embargo, además de los test se hace necesario evaluar de manera subjetiva el desempeño individual por medio de observaciones, entrevistas, encuestas o cualquier otro medio paralelo a los test que permita recopilar la percepción del individuo.

### *Definición de innovación*

Es importante tomar en cuenta que la creatividad es el primer paso de la innovación (Amabile 1997), la diferencia estriba en que la capacidad de los seres humanos de inventar algo

nuevo es lo que llamamos creatividad, y la innovación, que además de concebir un pensamiento abstracto, es concreta y práctica.

Según Malian y Nevin (2005) la palabra innovación viene del latín “*innovare*” que significa renovar, hacer algo nuevo, de una manera metafórica la innovación refleja la metamorfosis de una práctica presente a algo nuevo esperando que sea mejor. Se logra concebir así misma como el desafío de la creatividad porque un producto o una idea creativa pueden llegar a ser utilizada o aplicada, es decir, la innovación se lleva a escenarios donde se puede convertir en algo tangible. (Kostoff (2002); Sternberg, Pretz, y Kaufman (2001); Rogers (1998)).

Corona y Hernández (2002) señalan que desde Schumpeter, quien mencionó la importancia de la innovación para el desarrollo económico capitalista, se empezó a plantear cuál es el mecanismo de generación de ambientes de investigación. En este sentido, las organizaciones mundiales han puesto especial atención a la innovación y al desarrollo regional de ésta, y es enfocada al aspecto comercial. Por ejemplo, el manual de Frascati (OCDE, 1992) indica que la innovación es la transformación de una idea en un producto vendible nuevo o mejorado o en un proceso operativo en la industria y en el comercio o en nuevo método de servicio social.

Lo anterior concuerda con el punto de vista comercial el Centro de Enlace del Sur de Europa (2002), que dice que la innovación es la introducción comercial de un nuevo producto, proceso, sistema o dispositivo. Menciona a André Piatier, que definía la innovación como la transformación de una idea en algo vendido o utilizado. De esta definición, se desprende que primero hace falta una idea que es necesaria para que se produzca la innovación, si esta idea no se transforma en algo, no se puede decir que haya innovación. En la misma línea el diccionario de economía (2007) menciona que si bien existen diferentes definiciones conceptuales, la innovación se refiere a procesos y productos tecnológicamente nuevos, ya sea a nivel de la firma, a nivel local, del país o del mundo, que han sido validados por el mercado.



En el contexto mexicano, para Genatios y Lafuente (2002), el concepto de innovación se ha profundizado, no es considerado un hecho aislado que surge solamente a partir de iniciativas de emprendedores visionarios que aprovechan exitosamente los desarrollos científicos y tecnológicos, sino un proceso complejo inscrito en la dinámica de lo que ha dado en llamarse el Sistema Nacional de Innovación (SNI), concepto donde se integran componentes de los niveles macro, meso y micro de la economía que hacen posible el surgimiento y aplicación de las innovaciones tecnológicas y su impacto en el desarrollo económico y social del país.

Ciencia, tecnología e innovación, son ingredientes esenciales en la industrialización y desarrollo sostenible de las naciones. La importancia de estos ingredientes como factores cruciales en el crecimiento económico y competitividad de los países ha venido a ser la evidencia más sobresaliente en la globalización. La búsqueda activa para las mejoras continuas ha creado una necesidad urgente para confiar aun mas en innovaciones científicas y tecnológicas y para ajustarse a las políticas y práctica tanto en la empresa como en niveles gubernamentales, (UNCTAD, 2004).

En consecuencia, cada país, si quiere permanecer dentro de los lineamientos que naturalmente marca la globalización, está obligado a desarrollar habilidades de creatividad y la innovación, fomentar éstas en el país, y capacitar a sus ciudadanos. En este sentido, el papel de las universidades dentro de esta “revolución innovadora” es crítico, dado que son el enlace natural con el mundo global. La innovación viene a ser la culminación de una serie de pasos relacionados con formación, capacitación fomento y motivación, es la convergencia entre la idea concebida y el producto terminado. La innovación transforma el conocimiento en beneficio económico individual, organizacional y nacional, traspasando las barreras mundiales.

## *El papel de las universidades en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad*

De acuerdo con Cropley (2001) la globalización y la competencia han producido nuevos retos a los negocios, de ahí toma importancia la innovación y creatividad en las empresas.

Menciona a Munroe (1995) al decir que el 70% de los costos de un producto es determinado por su diseño, por lo tanto, este diseño creativo puede tener ahorros sustanciosos, razón por la cual el entrenamiento creativo a los empleados se ha vuelto popular. Florida (2002) por su parte, hace alusión a que las habilidades de innovación y creatividad han sido fundamentales como factor de crecimiento económico, asociados con la producción de innovaciones y la distribución geográfica de éstas. Tanto el capital humano como la diversidad operan de juntos en la producción de innovación.

Carrillo (1999), Mora, García, y Villa, (s/f) mencionan que el concepto de capital humano refleja la idea de que los individuos pueden decidir utilizar sus recursos para su consumo permanente. La educación recibida faculta a los individuos para aprender y adquirir destrezas que influyen sus creencias y comportamiento y que caracterizan su papel en la sociedad. Cuando se evalúan económicamente las ventajas que proporciona cierto nivel educativo, los análisis se centran típicamente en los resultados de mercado, y en particular en los rendimientos que se obtienen en el mercado laboral.

Dadas las circunstancias anteriores, la sociedad reclama a las universidades un papel más activo, un desarrollo de currículos basados en competencias adecuadas para que los individuos se desarrollen y mantengan un estrecho lazo entre conocimiento y destreza laboral. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, en un mundo actual caracterizado por un cambio incesante e inesperado, el paradigma clásico de una universidad tradicional no resulta muy congruente con

las nuevas realidades y demandas sociales. Dentro de estas necesidades se encuentra la extraordinaria importancia de incorporar el instrumento y proceso de la innovación en su moderna apreciación, para realizar cambios sustanciales, integrados y prospectivos en las universidades, a fin de lograr que éstas adquieran una decisiva trascendencia para la transformación y modernización de las sociedades, (Casas 2005).

En el mismo sentido, Cropley (2001) señala que la educación superior ha sido indiferente a la creatividad. Estudios empíricos han demostrado que estudiantes universitarios de ingenierías en Estados Unidos que prefieren tratar nuevas soluciones, dejan los estudios tres veces más que aquellos que prefieren soluciones convencionales. Sin embargo, también hay estudios como el de Masi (1989) que muestran que hay un interés continuo en la creatividad por parte de las universidades. No obstante, otro estudio realizado por el gobierno de Australia en 1999 demostró que las universidades no proveen el entrenamiento necesario.

Por otra parte, Bernold, Spurlin y Anson (2007) hicieron un estudio longitudinal de éxitos y fracasos que implicaban la retención de alumnos en las escuelas. Ellos dedujeron que aunque continuar estudiando se relaciona con factores externos como los requerimientos curriculares, criterios de admisión y puntajes de pruebas, también es necesario conocer sobre las relaciones entre las experiencias curriculares y estilos de aprendizaje de los alumnos, hábitos y actitudes. La finalidad del estudio es que los profesores mejoren y entiendan los factores concernientes sobre la retención de alumnos de ingeniería. Los autores mencionan a Tinto al decir que la mayoría de los estudiantes que dejan la escuela antes de completar su grado, se retiran voluntariamente. Mientras que Seymour and Hewitt mencionaron que hay una pequeña diferencia en habilidades académicas entre los alumnos que se gradúan y los que no.

El intento tradicional para encontrar las “respuestas correctas” no conduce al pensamiento creativo. Sin embargo, la evidencia con respecto a la educación y creatividad no es consistente. Menciona a Lehman (1953) quien en un estudio de profesionista en varias áreas encontró que la creatividad generalmente llega a su punto más álgido durante la década de los 30 de una persona para posteriormente declinar lentamente. Lo que sugiere que los profesionistas mayores y más experimentados, así como los estudiantes no tradicionales, debieran tener mayor creatividad que los estudiantes universitarios convencionales. Finalmente mencionan a Simonton (1976, 1983) quien concluyó que la relación entre educación y creatividad es curvilínea, encontrando que la educación superior, inicialmente incrementa la creatividad, pero antes del último año, mientras se incrementa la educación el resultado es menor creatividad.

Bajo estas perspectivas, Aguilera y Gómez, (2001) argumentan que aparentemente los conocimientos adquiridos fuera de la escuela vienen a definir un modo de acceder a la información más adecuado a los requerimientos de la sociedad globalizada. En este sentido, en la página Web *Business Opportunities* (Oportunidades de Negocios) Carlson (2004) menciona datos sobre los empresarios sin título profesional diciendo que solo el 60% de todos los empresarios, incluyendo mujeres y hombres, tienen al menos algún tipo de educación superior. Solo el 12.6% de este grupo se han graduado, un 40% han comprado un título escolar. Los ejemplos más sobresalientes son Bill Gates, Michael Dell, Ted Turner, Barry Diller, Chef Wolfgang Puck, Robert Redford, Andrew Carnegie, John D. Rockefeller, Nathan Pritikin, Thomas Edison, Henry Ford, Ray Kroc, Carl Lindler, David Murdock, Vidal Sassoon, Richard Branson, Jim Clark, Kemmons Wilson, entre otros.

En el mismo orden de ideas Bernold, Spurlin y Anson (2007) mencionan a the National Academy of Engineering (NAE) quienes hicieron un llamado urgente para cambiar la educación

de para ingenieros, “Solo 40% de 60% de los estudiantes de ingeniería persisten en su grado de ingeniería, ubicando a las mujeres ya las minorías en el extremo inferior de ese rango. Aspecto que impacta fuertemente en el currículo de ingeniería.

Por otra parte, Wince-Smith (2006) dice que de acuerdo al éxito americano, el resto de los países comenzaron a descubrir que se debían enfocar a la innovación mediante la inversión en educación, investigación e infraestructura. En los 80's Estados Unidos no tenía competencia en el área de innovación, hoy en día, aun continúan tendiendo el 40% de la investigación que se hace en el mundo según la autora, sin embargo menciona que la ventaja que tienen se estrecha cada vez mas dado el rápido avance en cuestiones manufacturera en países como Korea, Taiwán y China. Es por ello que el factor innovación en la educación se hace cada vez más necesario.

El Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe, IESALC (2007), UNESCO, también se ha dado a la tarea de elevar los niveles educativos de dichos países, se menciona que los países Latinoamericanos y del Caribe reconocieron “la necesidad de redoblar los esfuerzos para lograr una educación de calidad para todos” y, con ese fin, destacaron la importancia de “incrementar los recursos financieros destinados a la educación”. A diferencia de otros países que se enfocan a la innovación en sus sistemas educativos, los países Latinoamericanos y del Caribe deben encauzar sus fuerzas primero a ofrecer educación a sus ciudadanos como parte de un derecho humano, a tener equidad en sus sistemas educativos y a fomentarlo en sus países por medio de alianzas.

Con respecto al entorno mexicano, la educación superior, tiene formalidad desde hace poco mas de 4 siglos, al respecto Berumen (2003) menciona que la educación superior en México comienza en el siglo XVI cuando establece la Corona Española la Real y Pontifica Universidad de México, durante la época de la Colonia se fundaron diez universidades cada cien años, de las

cuales desapareció una cuarta parte antes de 1825. En los siguientes 25 años, se consolidaron 50 más para llegar a 75. En 1950 el número de estudiantes era de 35 mil; en 1960, ascendió a 78 mil; en 1970, llegó a 47, 600; cerca de 900 mil en 1980; y en 1985, 1 millón 207,800.

Luengo (2003) menciona que en la década de los 80's México pasa de un periodo de expansión basado en el crecimiento y la innovación a un periodo de coordinación y racionalización. El autor dice que se necesita una serie de reformas para cambiar la forma de pensar, organizar, producir y transmitir los saberes. Sin embargo menciona diferentes universidades mexicanas que han contado con reformas innovadoras que conducen a modelos académicos en la formación de estudiantes con visión internacional, fortalecimiento del conocimiento científico, orientación al auto aprendizaje, entre otros.

Cabe mencionar que en la actualidad la mayoría de las universidades en México, cuentan con facultades, escuelas, institutos o centros de investigación, departamentos, academias, áreas y divisiones como parte de las formas de organización académico administrativas (Berumen, 2003).

Bajo esta postura, los sistemas escolares deben esforzarse por brindar a sus estudiantes las habilidades necesarias para su desenvolvimiento en la nueva economía, así como el desarrollo de las habilidades creativas e innovadoras.

A manera de solución en la relación mercado laboral-escuela, Azagra (2003) menciona que en las últimas décadas, las universidades de los países desarrollados han optado por interactuar con las empresas de forma deliberada y a un ritmo en aumento, como también lo mencionan Etzkowitz y Leydesdorff (1997), quienes incluyen la entidad gobierno en su modelo de la "Triple Hélice". El auge de este fenómeno se explica en el contexto de una nueva configuración del papel que las universidades juegan en la innovación, promovido a partir de una evolución tanto de las propias universidades como del marco social en el que se insertan.

Para reforzar esta tendencia, los países han realizado convenios entre empresas y universidades. Al respecto Fernández (2003) indica que estas circunstancias componen un entorno en el que la investigación, desarrollo e innovación son los pilares sobre los que se fundamenta la formación de los alumnos y que tienen un claro enfoque hacia su desarrollo profesional.

En el mismo orden de ideas, Boisier (2001) menciona que la teoría moderna de la innovación se desarrolló como resultado de la crítica de los modelos lineales tradicionales con su abrumador énfasis en la investigación formal, especialmente la investigación científica básica como fuente de nuevas tecnologías. Indica que el aprendizaje y la innovación son considerados como los factores determinantes de la competitividad en las empresas y en el territorio. Finalmente hace alusión a que la innovación y el aprendizaje son centrales y envuelven la combinación de diversos conocimientos tecnológicos, organizacionales y de mercado.

Para dar respuestas a estas necesidades, Davies (1998) indica que las universidades en su afán de enfocarse al desarrollo de competencias, ha tenido una serie de innovaciones en sus modelos educativos que han impactado la forma de educar influyendo poderosamente en la innovación dentro de la industria. Apoyando esta idea, Camacho (2003) menciona que crear una sólida cultura de innovación, es una de las cuatro estrategias básicas propuestas por Porter para ser competitivo.

Tal y como se ha visto, la escuela puede llegar a ser una de las barreras más grandes para el desarrollo de la innovación y creatividad dado que las reglas y procesos dentro de las instituciones educativas regularmente son rígidas y tajantes. Aunado a lo anterior, se siguen

cometiendo errores con metodologías que se basan fundamentalmente en la transmisión de conocimientos, dejando de lado el desarrollo de la innovación y creatividad (Honing, 2000).

A pesar estas barreras, las instituciones educativas han realizado esfuerzos visualizando como pueden fomentar la innovación y la creatividad entre sus estudiantes, un ejemplo es el caso de estudio que realizó la Youth Action Council on Sustainable Innovation (YACSI, 2002), que en un esfuerzo por investigar sobre como sustentar las habilidades de innovación y creatividad entre los jóvenes de Canadá, encontró lo siguiente:

- Los jóvenes pueden ser más innovadores si se encuentran dentro de un ambiente propicio y las herramientas correctas.
- Innovación tiene muchos significados, lo que hace que los jóvenes le den muchos significados a la palabra.
- Los innovadores/empresarios jóvenes tienden a pensar que el acceso al capital es una barrera a la innovación.
- Los jóvenes creen que hay una falta de información /bases de datos en las patentes.
- Los jóvenes quieren más oportunidades para asesorías y programas emprendedores en Canadá.
- Los jóvenes más innovadores en Canadá son los que más se mueven.
- El sistema educativo suprime la innovación en los jóvenes
- Los jóvenes plantean la necesidad de aproximaciones metodológicas para solución de problemas, innovación y construcción de comunidades de aprendizaje

Además se resalta la importancia de que los jóvenes perciben que el desarrollo del capital humano es necesario para alcanzar el desarrollo de habilidades. Con lo anterior, se puede asumir que los efectos globales en materia de educación y mercado laboral han sido comprendidos entre



los individuos jóvenes desarrollando una visión innovadora y de emprendimiento que los lleva a ser competitivos mundialmente.

Como parte del esfuerzo para el fomento de la innovación y la creatividad entre los estudiantes, Honig (2000) realiza una investigación enfocada a la creatividad en niños y profesores y la forma en que se puede promover y apoyar. En este estudio, se tratan temas relacionados con la promoción de creatividad, el dominio socio-emocional, la relación entre creatividad y empatía, aprendizaje para la promoción de pensamiento divergente, alentar la cooperación entre los niños para crear un clima de creatividad, tiempo en el salón de clases para juegos imaginarios; cómo los escenarios creativos pueden ayudar a los niños a crear un clima alegre en los inviernos severos, celebrar la creatividad escrita, promover la poesía en el salón de clases, los arreglos en el aula que realzan la creatividad infantil, promoción de la creatividad en la sociedad, entre otras. Se finaliza comentando que existen muchas herramientas para promover las ideas creativas para apoyar la creatividad de los niños.

Nuevamente, tomando a los niños como objeto de investigación para medir la creatividad, Treffinger, Young, Selby, y Shepardson (2002) hicieron un estudio que demostró que la creatividad juega un papel importante. Si se va a evaluar el potencial de los alumnos, es necesario contar con tests antes y después del experimento como parte del diseño de evaluación. En este estudio, tomaron información de dos bases de datos, una sobre la evaluación de creatividad y otro que utiliza instrumentos de pensamiento crítico. Ellos utilizaron una matriz en donde especificaban 5 aspectos de la evaluación: fuente de datos, sin evidencia, emergente, expresada y superada. Al utilizar varios instrumentos de evaluación, los investigadores fueron llenando esta matriz con el fin de explorar las posibles implicaciones de evaluación de creatividad y un plan de evaluación específica con el objetivo de tener una educación diferenciada.

Con objeto de mejorar la educación de ingenieros, la Southeastern University and College Coalition for Engineering Education (SUCCEED), creada en 1992 por la National Science Foundation (NSF), ha dado apoyo para que los profesores en las escuelas desarrollen innovaciones en el salón de clases. Ohland, M., Anderson, T. (2002) realizaron un estudio con profesores de ocho escuelas de ingenieros que han desarrollado innovaciones en áreas muy específicas como diseño, herramientas para acreditación, sociedades, asesoría a estudiantes, desarrollo de profesores, integración de programas y enseñanza con tecnologías. En el estudio se demuestra que se ha desarrollado muchos cambios en la cultura de los profesores; además, se pone especial énfasis en la difusión de SUCCEED como parte de apoyo a las comunidades de innovadores.

Con los ejemplos anteriores se infiere que si se adopta la idea de conceptuar la innovación y la creatividad como parte de una cultura globalizada, sin duda se tiene que visualizar un cambio en las estructuras sociales, políticas, económicas y educativas. Específicamente, el papel de las universidades tiende a re-configurarse debido a que su responsabilidad de ofrecer ambientes de aprendizajes que propicien el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad con el fin de educar individuos capaces de satisfacer los mercados laborales.

#### *Educación para la creatividad e innovación para estudiantes de ingeniería*

Uno de los aspectos más trascendentales que se ha percibido hasta este punto es la necesidad de una re-estructuración por parte de las universidades para el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, seguido de un modelo educativo que propicie que estas habilidades puedan ser desarrolladas con el objetivo de formar individuos capaces de enfrentarse a los retos globales.

Katehi y Ross (2007) indican que para desarrollar la fuerza de trabajo para el año 2020, se tiene que reconocer que la principal competencia de las universidades no es el transferir conocimientos, sino desarrollar conocimiento con el apoyo de comunidades robustas intelectualmente. Los estudiantes deben aprender a pensar en términos generales, competir globalmente, entender la tecnología y estar listos para servir a la comunidad, estado, nación y el mundo.

Por su parte Bransford (2007) menciona que de acuerdo a los rápidos cambios en el mundo, se requiere nuevas formas de educar a las futuras generaciones de ingenieros. Las implicaciones son: experiencia y desarrollo, diseño de estrategias que promuevan el cambio administrativo, transferencia e implicaciones para la evaluación, cambio e innovación. El autor menciona que hoy en día los ciclos de innovación son muy cortos y los sistemas educativos no son ágiles. Como educadores, es necesario que se entrene a los estudiantes en especificaciones que no son muy útiles cuando ellos llegan al campo laboral. En ingenierías muchas oportunidades existen si en los primeros años del programa se les asignaran proyectos a los estudiantes porque pueden ayudarlos a trabajar colaborativamente con clientes bajo la supervisión de los profesores y su guía para desarrollar innovaciones.

En el mismo orden de ideas, Katehi y Ross (2007) mencionan que se debe desarrollar normas de aprendizaje que cambien las barreras de innovación en los salones de clases, estudios y laboratorios. Se deben desarrollar currículos que enseñen a los estudiantes las habilidades para ser productivos. Los autores señalan que la creatividad, colaboración y solución de problemas apoyan en la creación de aprendizaje, las universidades se han vuelto ambientes distribuidores para la exploración co-creativas, tecnología, investigación y aprendizaje.

Por lo tanto, los países se han dado a la tarea de visualizar una educación en donde la creatividad e innovación puedan tener lugar en los sistemas educativos. Es así que Hin Tan y

Subramaniam (2002) hacen mención a la iniciativa que Singapur ha realizado al preparar estudiantes y encarar los retos de la nueva economía. Hacen un énfasis significativo en la solución de problemas, creatividad, innovación, inventiva y emprendedurismo entre los estudiantes a través de trabajo de proyectos relacionados con la vida real. Para lograrlo, el gobierno de Singapur se ha dado a la tarea de hacer reformas estructurales en los sistemas educativos, por ejemplo tienen un 20% de reducción en los contenidos teóricos, un 30% de énfasis en las tecnologías de información a través del currículo, y nuevo formato de examen. Además se han dado a la tarea de promover las habilidades de inventiva con la colaboración de iniciativas empresariales.

En México Mungaray-Lagarda (2002) señala que el país encara cambios económicos y sociales trascendentales por lo que las instituciones de educación superior han reaccionado ante estos cambios enfatizando modelos de calidad y menores costos. La calidad en la educación descansa en la creatividad e innovación. Lo que hace que se integren esfuerzos en las comunidades universitarias en la construcción de sistemas curriculares enlazados con el desarrollo.

Para ser congruentes con la inminente re-estructura de los sistemas educativos, es necesario emigrar hacia un modelo adaptable al medio ambiente cambiante al que se está expuesto. Bernold, Spurlin y Anson (2007) mencionan a “The National Academy of Engineering (NAE)” (Academia Nacional de Ingenieros), quienes hicieron un llamado urgente para cambiar la educación de para ingenieros, “Solo 40% de 60% de los estudiantes persisten en su grado de ingeniería, ubicando a las mujeres y a las minorías en el extremo inferior de ese rango. Los autores mencionan a Tinto al decir que la mayoría de los estudiantes que dejan la escuela antes de completar su grado, se retiran voluntariamente. Mientras que Seymour y Hewitt mencionaron que hay una pequeña diferencia en habilidades académicas entre los alumnos que se gradúan y los

que no. Los autores hicieron un estudio longitudinal de éxitos y fracasos que implicaban la retención de alumnos en las escuelas. Ellos dedujeron que aunque continuar estudiando se relaciona con factores externos como los requerimientos curriculares, criterios de admisión y puntajes de pruebas, también es necesario conocer sobre las relaciones entre las experiencias curriculares y estilos de aprendizaje de los alumnos, hábitos y actitudes. La finalidad del estudio es que los profesores mejoren y entiendan los factores concernientes sobre la retención de alumnos de ingeniería.

Por su parte, Katehi y Ross (2007) indican que un currículo rico en tecnología habrá de apoyar en la solución creativa de problemas. Al tener la experiencia como centro del currículo, con el conocimiento adquirido se necesita proveer de soluciones creativas, y apoyará en la educación de fuerza de trabajo.

Según Bernold, et al. (2007) hay estudios que revelan muchas relaciones que pueden ser esenciales para diseñar un ambiente educativo que prepare a los ingenieros hacia el éxito en un futuro. Señalan que la educación para ingenieros continúa encarando cambios significativos en la retención de alumnos calificados, especialmente aquellos que traen innovación y creatividad en los estudios pero que no están satisfechos de las experiencias pedagógicas en los primeros semestres de la educación para ingenieros.

Ante esta situación hay autores que coinciden en que el método de Project Based Learning, (PBL) ó Aprendizaje Basado en Problemas, apoya en la educación para ingenieros. A su vez, Dym, Agogino, Eris, Frey y Leifer (2005) señalan la premisa de que el propósito de la educación para ingenieros es graduarlos cuando puedan diseñar, mencionan que el modelo pedagógico más favorecedor a este proceso es el Aprendizaje Basado en Problemas. Así mismo Bernold, et al. (2007) mencionan que el Aprendizaje Basado en Problemas prueba que la efectividad en apoyo a los estudiantes para sobrepasar las barreras asociadas con la relevancia curricular.

Por otra parte, Barry y Kanematsu (2008), documentan un estudio para promover el pensamiento creativo llamado “aproximación multisensorial de la enseñanza” (The multisensory teaching approach). Este estudio toma ventaja de los sentidos de los estudiantes, algunos aprenden escuchando, otros viendo, escribiendo o desempeñándose en el laboratorio. Se tomaron en cuenta estos estilos de aprendizaje y se llevaron al salón de clases para el entendimiento de todos los alumnos. Los resultados fueron satisfactorios.

Por su parte Bernold et al. (2007) indican que modelos alternativos pedagógicos posiblemente pueden ser afectados en la retención de estudiantes. Los autores mencionan a Hoit and Ohland al decir que exponer a los alumnos de ingeniería a los aprendizajes en laboratorio, orientación de disciplina específica y asesores, tienen un fuerte esfuerzo en la retención de mujeres y minorías, en donde Webster and Dee reportan hallazgos similares, y Lumsdaine and Lumsdaine reportaron que en un programa reportado con reestructura de modelo educativo para proveer oportunidades y motivación de estudiantes para desarrollar pensamiento analítico y pensamiento creativo.

Para tener flexibilidad es necesario tener suficiente energía para crear nuevos tipos de clases, re-pensar las ya existentes y desarrollar un currículo que estimule experimentos como talleres o interacción entre clases. Para el nuevo currículo debe existir la creatividad y enseñanza basada en problemas, además un currículo más flexible y abierto proveerá mejores métodos para construir habilidades esenciales en los estudiantes y crear clases multidisciplinarias. Es importante mencionar que cuando se carece de flexibilidad se dificultan los modelos innovadores de enseñanza. Si se requiere que los estudiantes de arte colaboren con los de ingenierías y ciencias computacionales, el currículo deberá tener cambios en todos lados para crear ambientes de diversidad intelectual, apertura y aceptación (Katehi y Ross, 2007).

De una manera práctica Tryggvason, Thouless, Dutta, L'Ceccio y Tilbury (2001) mencionan un estudio en donde se describe el nuevo programa del departamento de ingeniería mecánica en la Universidad de Michigan. La re-estructura ofrece encuestas para los alumnos, representantes de la industria y profesores. El programa incluye cambios para los nuevos estudiantes con el fin de prepararlos para los diversos retos en el mercado de trabajo y de proveer una estructura de currículo que incluya cambios en la tecnología. El programa rediseñado incluye experiencia práctica, experiencia comprensiva, experiencia en el equipo de trabajo, comunicaciones técnicas y la oportunidad de desarrollar su creatividad.

Por otra parte, la cultura tiene mucha influencia dentro de la evolución educativa, al respecto Katehi y Ross (2007) dicen que para crear el mañana, se deben romper barreras entre las disciplinas y culturas, enfocándose a la innovación para desarrollar una fuerza de trabajo ágil. La diversidad y el multiculturalismo con componentes de la tensión creativa necesaria para manejar la máquina de innovación. Los autores mencionan a John Seely Brown al definir el valor de la educación superior por la relación que se crea entre el conocimiento, comunidades y credenciales. En la era digital, las comunidades se vuelven más abiertas, multi-étnicas o multi-culturales. Por lo que la habilidad como sociedad para la prosperidad depende de la habilidad de ser creativos. Los dominios de la innovación y comercio como actividad empresarial, son muy importantes, pero además, la creatividad es algo que apoya como suplemento en las vidas para la competitividad y liderazgo en la globalización. Uno de los aspectos en los que se basaron es que los estudiantes querían “hacer ingeniería”, no la narración de un profesor en clase. Los estudiantes carecen de experiencias asociadas a la vida real para tener sentido de los conceptos técnicos complejos.

Un aspecto de suma importancia dentro de este cambio en las universidades es la relación escuela-empresa. Al respecto Lamancusa, Zayas, Soyter, Morell y Jorgensen (2008), mencionan que en 2006 the National Academy of Engineering reconoció los logros de “The Learning

Factory” para la innovación en educación de ingenierías y tecnologías. La “fábrica de aprendizaje” se creó con equipos de estudiantes multidisciplinarios desarrollando habilidades de liderazgo entre los ingenieros trabajando con la industria para resolver casos de la vida real. Las innovaciones específicas de este proyecto eran: fuerte colaboración con la industria a través de consejeros, ingenieros en el aula, proyectos patrocinados por la industria, cursos ingenieriles basados en la práctica integrando conocimiento analítico y teórico en manufactura, diseño, concepto de negocios y habilidades profesionales; y la diseminación hacia otras entidades académicas, gobierno e industria.

Por otro lado, Vickers, Salamo, Loewer y Ahlen (2001) indican que muchas universidades cumplen con la misión de investigar y enseñar, pero no se ha establecido la tradición de la creación de nuevas empresas basadas en el éxito de investigación y enseñanza. Para establecer esta cultura, es necesario tomar decisiones que gasten recursos para la creación de modelos de nuevas empresas o gastar recursos para crear una infraestructura que cree muchas de ellas. La universidad de Arkansas está por ser un centro de actividad empresarial en el estado, hay cuatro elementos que han contribuido significativamente al cambio en la cultura emprendedora: el establecimiento de una incubadora de tecnología, establecimiento de centros de investigación, establecimiento de elementos emprendedores, establecimiento de ligas de investigación a negocios. Es importante mencionar que los estudiantes de ingenierías y programas de ciencias, no son introducidos a aproximaciones empresariales y a la comercialización de investigaciones avanzadas en el currículo escolar. Por lo que se estableció un curso en donde los ingenieros podían seleccionarlo de su programa de estudios, este curso se relaciona con las habilidades específicas que se necesitan para desarrollar nuevos dispositivos, dispositivos basados en nuevos materiales y procesamiento de métodos desarrollados en la Universidad de Arkansas. Así mismo



se ha creado una incubadora de innovación que requerirá la implementación de socios entre la escuela de ingenieros, profesores, estudiantes y empresas.

Dentro de los estudios que se han realizado para integrar la creatividad e innovación en el currículo de los estudiantes de ingeniería, sobresale el trabajo de Sullivan, Carlson y Carlson (2001) quienes dieron seguimiento a un curso llamado “invención e innovación” para cultivar el entendimiento empresarial a través de poner en práctica el curso de introducción al diseño y desarrollo de productos robustos y retadores. Este curso está hecho para los alumnos de ingeniería del primer año, tiene un énfasis generalizado en dinámica de equipos así como en el proceso de diseño, invención e innovación los cuales fomentan un entorno que produce éxito de los equipos. En el curso los estudiantes trabajan en equipos de diseño y construyen un invento que ellos mismos eligen y exploran tópicos empresariales como rentabilidad, mercadotecnia, fuentes de capital y patentes. Por medio de estudios de viabilidad de negocio los equipos ponen especial atención en el costo de manufactura de sus productos y la previsión de los posibles ingresos por ventas.

El curso hace que los estudiantes exploren el proceso de innovación a través de la práctica y con el uso de herramientas fundamentales y diseño por computacional. Los estudiantes saben que tener una buena idea es solo el comienzo de su producto innovador que incluye el prototipo del producto, el entendimiento de los clientes potenciales y sus necesidades, la explotación de ventajas competitivas, propiedad intelectual y el impacto del proceso de manufactura. El curso es considerado como exitoso en la experiencia de los estudiantes en el proceso del invento y la innovación.

Otro estudio es el de Mendelson (2001) quien tomó estudiantes de maestría en donde describía tres cursos que enfatizaban el espíritu empresarial de nuevos proyectos conjuntos entre alumnos de ingenierías y administradores. Los alumnos desarrollaron un plan de mercado,

concebido su diseño, construyeron un prototipo y escribieron un plan de negocios. Los equipos fueron formados en las empresas con funciones y responsabilidades, tenían un presupuesto y se les dio libertad. Se esperaba que los equipos desarrollaran productos innovadores y de alta recompensa. Los estudiantes aprendieron a asumir riesgos, aceptar el fracaso, ser creativo, y el trabajo auto-dirigido en equipo. Un aula sin estrés fomenta la creatividad. La misión del programa es educar ingenieros en la competencia global de manufactura y administración.

El tema del currículo fue “desarrollo de productos que mejoran la calidad de vida de las personas”. Los estudiantes tuvieron que concebir sus propios conceptos del producto, definir los mercados e investigar las patentes existentes. Era permitido que los estudiantes procedieran con su concepto solo si estaban dispuestos a invertir su propio dinero para el desarrollo de este producto. Los equipos fueron formados dentro de las empresas, en donde ellos mismos hacían sus juntas y establecieron los roles de trabajo. Los miembros del equipo tenían que determinar las guías operativas y la creación de un plan estratégico. Se utilizaron ejemplos de TRIZ para presentar una aproximación organizada para la solución creativa de problemas. Esta experiencia ayudó a los estudiantes a definir mejor sus problemas y resolver conflictos de diseño.

El autor menciona que es importante que las universidades integren ingeniería y negocios en sus cursos. La mayor dificultad es que los profesores tienen falta de motivación y de habilidad para enseñar cursos multidisciplinarios. Muchas veces el ciclo de desarrollo de producto es incompatible con el calendario de la universidad, hay nuevas guías que establecen el proveer a los alumnos de experiencias en el “mundo real”. Algunas de las implicaciones del curso fue que los profesores tenían que modificar los métodos de enseñanza de ingeniería. Como ejemplo, la frase ingeniería empresarial es controversial ya que los emprendedores son tomadores de riesgo y los ingenieros tienden a tener riesgos adversos. Los emprendedores tienden a ser visionarios y creativos, mientras que los ingenieros tienden a ser miopes y analíticos.

Otro caso en donde el TRIZ fue aplicado es el que mencionan Scott Kutz, y Stefan (2007) quienes indican que la aplicación de TRIZ puede ofrecer una ventaja significativa a los estudiantes innovadores en la escuela secundaria. Con la suficiente guía y práctica, los estudiantes rápidamente pueden darse cuenta que tienen un método productivo de pensamiento crítico que puede ser embebidos en su vida diaria. Los autores mencionan que en la escuela secundaria de Lake en Hartville, OH, los estudiantes de tecnología aprenden sobre los niveles de innovación a través del desarrollo de actividades alrededor de un personaje ficticio que representa sistemas tecnológicos a través del tiempo, mediante la identificación de tecnologías a través del tiempo, los estudiantes entienden los cinco niveles de innovación. Los estudiantes de preparatoria aprenden como resolver contradicciones técnicas utilizando pocas actividades y la matriz de contradicciones de TRIZ.

Por otra parte la ABET (2008) menciona en su estrategia de innovación educativa que se debe:

- Revitalizar la educación para ingenieros
- Liderazgo
- Emprendedurismo
- Hacer posible la movilidad de las personas y el trabajo
- Involucrar asociaciones profesional
- Mejorar la capacidad de investigación
- Asuntos de género

Finalmente, Katehi y Ross (2007) hacen mención a que el centro de la misión de la universidad es el currículo, que puede obstaculizar o acelerar el progreso. La innovación curricular trae oportunidades educativas que deben mezclarse con la investigación.

### *Enlace universidad-empresa-gobierno*

Cuando la universidad incorporó la producción de conocimientos científicos entre sus funciones en el siglo XXI, empezó a generar de forma espontánea aplicaciones útiles para la sociedad seguidas de un apoyo creciente de la empresa en países como Estados Unidos (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). Cuando la 2ª Guerra Mundial concluye, la investigación básica se vuelve motor de la innovación (Azagra, 2004 mencionando a Busch, 1945), por lo que existió el temor de que la investigación académica deteriorara la calidad de la innovación, como resultado, la universidad reduce sus contactos con la empresa. Es en esta época cuando las empresas comienzan a decaer en innovaciones, por lo que se demanda un papel más activo por parte de las universidades en beneficio directo con la sociedad. De acuerdo con Azagra, (2004), se entiende que ese papel activo de las universidades debe consistir en un aumento de la relación universidad-empresa.

Sobre esta premisa, Etzkowitz y Leydesdorff (2000) conciben el Modelo de la “Triple Helix” (Triple hélice) que toma como referencia el espiral de la innovación que establece relaciones en doble sentido entre la universidad, empresa y gobierno. Los autores comparan su modelo “Tripe Hélice” con otras concepciones relativas a la producción del conocimiento. Lo primero que mencionan es la relación entre universidad, empresa y estado con todas sus vertientes. Para los autores este concepto genera una infraestructura de conocimiento en donde cada una de estas esferas se adapta al papel de la otra, por lo que Etzkowitz y Leydesdorff sitúan el concepto en el pensamiento evolucionista y no lineal de la innovación (Azagra, 2004). De acuerdo con los autores la justificación futura de la investigación académica depende de reconocer su contribución al desarrollo empresarial y regional y al papel de las universidades en la producción del conocimiento.

Aunado a lo anterior, las TIC's han sumado esfuerzos para apoyar esta magna tendencia a favorecer la interacción universidad-empresa. Vence (1995) menciona que la interacción universidad-empresa se presenta como una buena oportunidad para las economías periféricas, donde las empresas pueden realizar un esfuerzo de investigación y desarrollo limitado. Dadas estas directrices, muchas universidades a nivel mundial se han dedicado a buscar apoyos para el enlace entre universidad-empresa con el fin de que los estudiantes tengan oportunidad de poner en práctica lo aprendido.

Por ejemplo, desde el modelo lineal hasta la Triple Hélice (de Etzkowitz y Leydesdorff), los teóricos han asistido al nacimiento de las “*spin-off*” (incubadoras de empresas). Es difícil encajar la “*spin-off*” en un modelo teórico, pues la práctica varía entre países, instituciones y universidades. “*Spin-off*” es un término anglosajón utilizado para hacer referencia a una empresa nacida a partir de otra, (por ejemplo Google es una “*spin-off*” de la Universidad de Stanford), por lo que una “*spin-off*” nace de un proyecto matriz, (en Latinoamérica se utiliza el término incubadoras de empresas).

La Red de Universidades en España (2007) menciona que se trata de que dentro de un organismo público o privado de conocimiento como es la universidad, surjan iniciativas de creación de empresas de base tecnológica con la innovación como bandera. La iniciativa y financiamiento inicial de estas “empresas” de nueva creación parte de la universidad principalmente, aunque posteriormente puede entrar en juego capital privado. Polos y parques tecnológicos, incubadoras de empresas, Oficinas Universitarias de Transferencia de los Resultados de la Investigación (OTRIS) y patentes, son los medios más usuales que tiene la universidad para traducir el conocimiento en posible mercancía.

En Europa, por medio de una visión de la situación de transferencia tecnológica, surgen las “*Spin-Off*” como protagonistas de este proceso. Según la Red de Universidades en España (2007), el “*Joint Research Center*” (Centro Común de Investigación) de la Comisión Europea, es el responsable de la creación de nuevas compañías de base tecnológica. Se trata de la incubadora de empresas de la Unión Europea (UE), que pone al servicio de investigadores, científicos y empresarios un centro para la instauración y el desarrollo de “*spin-off*”. Nace en 2001 con el objetivo de establecer de 2 a 3 transferencias y crear de 2 a 3 “*spin-off*” al año. Además de brindar una función de incubación, El Centro Europeo para la Innovación y las “*Spinn-offs*” facilita la transferencia tecnológica para innovar las PYMEs (Pequeñas y Medianas Empresas) en las regiones menos favorecidas de los Estados Miembros.

Parte de este esfuerzo abarca Iberoamérica, donde muchos estudiosos y analistas dicen que esta parte del mundo adolece de una cultura emprendedora dado que, además de otras circunstancias, la de más peso es que los emprendedores han de asumir más riesgos como la escasez de financiamiento. Los países latinoamericanos llaman a la relación escuela-empresa como incubadoras de empresas, y han sido de mucha utilidad en el desarrollo de la economía de países como Argentina, Brasil, Venezuela, Perú, Chile, entre otros.

Otro claro ejemplo de la evolución entre universidad-empresa se encuentran la creación de fundaciones sobre esta tendencia a finales de la década de los 70’s en España (Azagra, 2004), como la promulgación de la Ley de Reforma Universitaria en 1983, la aprobación de la Ley de la Ciencia de 1986 y la creación de las OTRI’s en 1988. Las OTRIS (Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación) son organismos que buscan la transferencia de investigación tecnológica y científica para el beneficio de las sociedades desde los lugares en donde se genera, y se realiza entre la universidad y el entorno empresarial, industrial y gubernamental. Es decir, su

función es ser una interfaz entre el investigador universitario y los sectores productivos (Universidad-Investigación, 2007).

Existe un organismo integrador de este esfuerzo, se llama “RedOTRI”, que actualmente está compuesta por 60 universidades y 7 organismos públicos de investigación en calidad de miembros asociados, todos estos en España. En este ámbito, cuenta con OTRI’s con una gestión media anual de 16.000 contratos con empresas y más de 500 patentes, y una estructura de más de 400 profesionales, son desde hace más de 15 años el soporte fundamental para esta tarea y constituyen el mejor observatorio de la evolución de esta misión universitaria.”

En el Tecnológico de Monterrey (2008) hay una fuerte tendencia hacia las llamadas incubadoras de empresas que surgen de los esfuerzos de programas emprendedores con el objetivo de apoyar la capacidad de emprender y de generar nuevas empresas. Hay 3 tipos de Redes de Incubadoras orientadas a apoyar necesidades específicas:

- Red de incubadoras de base tecnológica
- Red de incubadoras de tecnología intermedia
- Red de incubadoras sociales

El modelo de incubación se ha desarrollado para facilitar la implementación, desarrollo y consolidación de las nuevas empresas.

Otro ejemplo de la interacción entre universidad-empresa, la tiene la universidad de Aalborg en Dinamarca. Un rasgo característico de esta universidad es que hacen investigación y no dejan de lado la educación. Como resultado, AAU es una de las universidades líderes en Dinamarca dado que se enfocan en descubrir formas innovadoras de cooperar con la sociedad, a nivel nacional e internacional. Esta universidad fundamenta su instrucción mediante la técnica didáctica POL, *Problem Oriented Learning*, (Aprendizaje Orientado a Problemas), y todos sus

alumnos desde el comienzo de su instrucción, manejan la técnica didáctica con el fin de obtener un proyecto innovador al final de su carrera universitaria. A través de diversos estudios, la universidad de Aalborg demuestra que ha logrado satisfacer la demanda laboral de su país mediante egresados que pueden ser competitivos mundialmente.

Por otro lado, la Universidad de California lanzó un comunicado en 2004 para apoyar y coordinar un gran número de iniciativas de vanguardia (Universidad de California, 2006). Por su parte, la Universidad de Pittsburgh está muy avanzada en investigación en universidades, un número creciente de los profesores, junto con el personal y los estudiantes están transformando la investigación en productos y procesos con un importante potencial comercial. Con la ayuda de la Oficina de Gestión de la Tecnología (OTM) y sus recursos asociados, reciben el nombre de “Pitt innovadores” (Universidad de Pittsburgh, 2007).

Así mismo, la Universidad de Canegie Mellon en Pittsburg, a través del “*The Institute for Social Entrepreneurs*” (Instituto de Emprendedores Sociales), se han propuesto a motivar a alumnos entre el tercer y cuarto año de su carrera profesional a inscribirse a cursos en donde puedan planear y establecer una empresa social. Este instituto provee de seminarios, talleres y servicios de consultoría para los emprendedores sociales en Estados Unidos y alrededor del mundo, (The Institute for Social Entrepreneurs, 2007).

En lo correspondiente a México, en general el sistema innovador, se mueve hacia la influencia de capital externo (Corona, 1999; Casas 2001; Aboities, 1999; Sánchez, 1999). CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) (2005), organismo meramente mexicano, menciona que las actividades científicas y tecnológicas están compuestas de investigación y desarrollo experimental; educación y enseñanza científica y técnica (formación de recursos humanos a nivel posgrado); y servicios científicos y tecnológicos.



Desde una perspectiva global, según estadísticas del Banco Mundial (2007), México está posicionado en el lugar 54 en lo que respecta a tecnologías de información, en el 59 en lo correspondiente a innovación y en educación está en el lugar 77, siendo el último un rango muy débil. Como se ve en la historia, no es novedad que México sea un país situado en los niveles medios a nivel mundial en relación a estos tres parámetros.

Sin embargo, cuando Quintero (1999), México invierte en investigación y desarrollo 0.35% de su Producto Interno Bruto (PIB), mientras que Estados Unidos invierte un 2.5% de un PIB varias veces superior a México. Además, en México menos del 15% de la inversión en investigación y desarrollo tecnológico proviene del sector privado, dado que no hay incentivos para invertir.

Una de las principales impulsoras del movimiento de innovación en México son las universidades. En el ámbito universitario el término que utiliza México es el de “vinculación”, con esto se designa la relación que establece la universidad con el sector productivo tanto público como privado. Por ejemplo, las universidades tecnológicas mexicanas se unen en la Coordinación General de Universidades Tecnológicas, institución que tiene mucho que decir en materia de vinculación pues su objetivo es insertar a los egresados en el sector productivo. Las incubadoras y los centros de emprendedores son figuras indispensables en la universidad mexicana, en especial en la tecnológica.

Como precursora de la cultura de emprendimiento está la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que en 1983 crea el Centro para la Innovación Tecnológica, la iniciativa más completa de interacción universitaria con el sector productivo. Para la década de los 90's, se dan los primeros pasos de incubadoras desde la universidad. Otras universidades como la Universidad

Autónoma del Estado de México, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Universidad de Anáhuac, Universidad de Monterrey, Tecnológico de Monterrey, Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Regiomontana, entre otras, han hecho esfuerzos por crear incubadoras de empresas y centros de emprendedores para ampliar la perspectiva de vinculación universidad-empresa.

Tanto la creación de las “*Spinn-Off*”, como las incubadoras de empresas, las OTRIS y las iniciativas que han realizado las universidades del mundo, se ha convertido en un sólido esfuerzo por establecer mecanismos para que la alianza entre universidades, empresas y gobierno pudiera fructificar, con el fin de ser paralelos con los requerimientos mundiales y evolucionar la educación.

Con la información proporcionada, es indudable que el factor cultural es uno de los que impactan de manera importante en la consolidación de los países hacia la innovación. Dadas estas condiciones, se considera pertinente incluir la parte cultural en el fomento de habilidades de innovación y creatividad.

#### *Factor cultural en el desarrollo de la innovación y creatividad*

Siendo dos de las habilidades necesarias para que los individuos se desenvuelvan en la Nueva Economía, la innovación y creatividad necesitan tener una base cultural para sustentarla. La cultura incluye creencias, valores, ideas, formas de desempeñarse, entre otros, todos estos factores son los que fomentan u obstaculizan el desarrollo de éstas dos habilidades.

Brown y Ulijin (2004) mencionan a Kroeber y Parsons (1958) al definir cultura como los patrones de valores, ideas y otros sistemas simbólicos como factores en la conducta humana. También hace mención a Barnouw (1979) cuando define cultura como configuraciones de

patrones estereotipados de comportamiento de aprendizaje que es manejado de una generación a otra. Hofstede (1980) se refiere a la programación colectiva de mentes que se distinguen de un grupo de seres humanos a otros incluyendo sistemas y valores.

Para efectos de esta investigación, es necesario comprender el concepto global de cultura y relacionarlo con la creatividad e innovación. Estas dos habilidades tienen su sustento en los desarrollos teóricos iniciados por Joseph A. Schumpeter en 1939, que introducen el concepto de innovación como factor primordial en los cambios de los ciclos económicos, en un proceso de destrucción creativa que caracteriza al modelo capitalista. En su concepto, la innovación se basa en el desarrollo científico y tecnológico, es impulsada por la oferta: desde el sector empresarial y cuenta con un agente activo en la figura central del emprendedor, (Genatios y Lafuente (2002)).

Los autores continúan diciendo que desde entonces las teorías han cambiado, esforzándose por brindar explicaciones sobre el concepto de innovación, su papel y sus efectos en el desarrollo económico. El modelo schumpeteriano dio paso al estudio evolucionista de los paradigmas tecnológicos a finales del siglo XX, a nivel mundial de la Nueva Economía, el nuevo supuesto paradigma basado en las tecnologías de información, el uso intensivo del conocimiento y la globalización de los mercados.

Como es sabido, cada país se mueve a raíz de su cultura, históricamente hay países que han influenciado a otros por medio de conquistas, educación, inventos, economías, entre otras cosas. Actualmente, con la globalización esta influencia cultural tiende a extenderse aun más por modas, estilos contemporáneos o por simple información. Tabús y mitos son los bloqueos predominantes del comportamiento creativo. Por tanto, hay que ser muy valientes para actuar creativamente en una cultura que no promueve los cambios creativos (Valqui, 2005).

Para conocer a profundidad el impacto de la cultura en las competencias de innovación y creatividad, es necesario mirar hacia la historia. Morcillo y Alcahud (2005) hacen hincapié en la cantidad de inventos en la historia de la humanidad. Mencionan que los Chinos inventaron la brújula, la fundición de hierro, la Pólvora, el paracaídas, el telar y la rueca, la noria, el papel, la imprenta de tipos móviles, el cañón (X d. C.), por mencionar algunos.

A su vez, Wiener (2000) menciona que todo lo que rodea al ser humano es estructural, tecnológico, institucional, artístico, económico, son creaciones sociales del pasado. Es obvio que la influencia del pasado dirige lo que somos y como creamos. El autor hace referencia a la civilización del “Oeste” que ha adquirido mucho poder en los últimos siglos mediante tratados, guerras, turismo, telecomunicaciones, por hacer mención de algunos ejemplos.

El resultado es que se vive en una sociedad global en donde el “Oeste” está presente y a su vez ha sido influenciado por Europa, Grecia, Egipto, Mesopotamia, y tantos otros países de la antigüedad. Es aquí donde Wiener (2000) agrega que mientras la ideología de la creatividad se ha dispersado rápidamente con la globalización, la mayor parte de la humanidad está influenciada por tradiciones culturales. Actualmente uno de los países considerados como más innovadores es Estados Unidos de América, los autores Brown y Ulijin (2004) indican que los factores identificados en su fuerza laboral son dos: cambios en la tecnología y estructura industrial, lo cual contribuye a consolidarse como un país totalmente innovador.

Al hablar de talento Florida (2002) es un autor que basa sus estudios bajo tres variables: Tecnología, Talento y Tolerancia. Para el autor, tecnología es la concentración de innovación e industrias de alta tecnología, el talento es el número de personas que ocupan trabajos creativos, y la tolerancia es la capacidad que tienen las ciudades y regiones para atraer diferentes tipos de

personas. Juntos forman lo que Florida llama la “clase creativa”, lo que significa que unidas estas tres variables se consolidan sociedades y economías creativas abriendo brechas entre unas y otras. Como estadística adicional, el autor menciona que esta clase creativa representa el 30% de la fuerza de trabajo de Estados Unidos.

Richard Florida (2002) reitera en sus estudios que la distribución del talento o del capital humano es un factor importante en la geografía económica. El autor puso especial atención al rol central jugado por las personas en la generación y organización de actividades económicas en las ciudades. Menciona a Jacobs (1961,1969) al decir que desde su punto de vista, las ciudades juegan un papel preponderante en el desarrollo económico, mediante la generalización y movilización de nuevo conocimiento. Florida menciona que la diversidad hace que fluyan y que se creen nuevas ideas. Con otros autores, (Ullman (1958), Anderson (1985) y Desrochers (2001)), reitera la idea de enfocarse en el factor humano como parte del proceso del desarrollo regional.

Para el 2004, Florida y Tinagli realizan el mismo estudio hecho en Estados Unidos, pero ahora en Europa. Sus conclusiones fueron que la “clase creativa” es cerca del 25% de la fuerza de trabajo en 7 de 14 naciones europeas, y comprende cerca del 30% de la fuerza laboral en Holanda, Bélgica y Finlandia. Dice que la “clase creativa” crece rápidamente en la mayor parte de las naciones europeas. Irlanda es el país donde la “clase creativa” se incrementa alrededor de 7% anual desde 1995. Sin embargo no todas las naciones europeas han hecho el cambio a la economía creativa y su estructura, por ejemplo Italia y Portugal, quienes tienen menos del 15% de la fuerza laboral en la “clase creativa”.

Mientras que los Estados Unidos se establece como el líder en tecnología y la habilidad para atraer talento, Finlandia, Suecia, Dinamarca, Holanda y Bélgica, tienen diferentes activos en

los cuales pueden competir. El epicentro de competitividad en Europa está cambiando de los poderes tradicionales, especialmente Francia, Gran Bretaña y Alemania, al closter que forman los países escandinavos, los países nórdicos y el norte de Europa, (Florida y Tinagli, 2004).

Con respecto a México, Corona (1999) indica que en la época de la Colonia, el ambiente y las condiciones de trabajo fueron difíciles para el desarrollo de sistemas de trabajo que fomentaran el desarrollo de nuevas ideas. No es sino hasta los 80's que México comienza su camino hacia un país innovador por medio de las universidades, y una década después, abre sus puertas hacia el mundo con diferentes tratados, lo cual propicia, hasta esta época a un ambiente de competitividad, calidad e innovación.

Como se observa, la innovación y el aprendizaje se convierten en ejes centrales con la combinación de diversos conocimientos tecnológicos, organizacionales y de mercado, (Boisier, 2001).

A raíz de las razones culturales entre países, surge la pregunta ¿Cómo se logra que una sociedad sea creativa?, Molina (2005) señala que es necesario cuidar que se cumplan ciertos requisitos en los diferentes entornos donde se desarrolle el individuo. Por lo que es conveniente cuidar que desde pequeños se proporcione al ser humano un ambiente adecuado para sembrar aptitudes y actitudes que les permitan descubrir y desarrollar la creatividad.

Se menciona que los ambientes más representativos del ser humano son el familiar, escolar, organizacional y social, (que engloba todas aquellas circunstancias o condiciones que no estén comprendidas en los tres primeros), (Amabile, 1992; García, 2002).

A continuación se sustenta cada uno de estos entornos:

### *Entorno familiar*

En lo que respecta al entorno familiar, García (2002) dice que algunas de las características encontradas en los padres que han formado hijos creativos son:

1. Un alto nivel de respeto por sus hijos
2. Los padres son permisivos, tolerantes y dejan espacios de libertad donde puedan actuar sus hijos sin la estrecha supervisión y sin el control asfixiante con el que en ocasiones se somete a las personas jóvenes.
3. Los padres desarrollan un alto nivel de intuición en la relación familiar
4. Los padres no critican indiscriminadamente las ideas de sus hijos, pasan por alto los puntos débiles de las ideas u opiniones que éstos expresan.
5. Son padres no dominantes que permiten a sus hijos ejercer y practicar labores de liderazgo en actividades que requieran la participación de la familia
6. Los padres son activos, saben ejercer sus derechos individuales y saben enseñarles a los hijos cuales son los suyos.

En este sentido, Gardner (1994) estudió a siete individuos creativos con el fin de encontrar similitudes entre sus personalidades. Ellos fueron Einstein, Freud, Gandhi, T.S. Eliot, Stravinsky, Picasso y Graham. Encontró que un individuo creativo proviene de una familia que vive fuera de los centros sociales de poder e influencia; sus padres valoran la educación de sus hijos sin que ellos necesariamente hayan recibido mucha educación en su vida; cuando el individuo creativo crece, tiende a salir del hogar.

Para Amabile (1992), incluso el niño más motivado puede ser seriamente minado por su medio ambiente, como resultado, la creatividad puede ser eliminada totalmente. La autora menciona que en el entorno familiar es muy importante que haya libertad no control; respeto

como personas individuales; cercanía emocional moderada; valores, no reglas; logros, no grados; independencia; apreciación hacia la creatividad; visión y humor.

Es indudable que la formación familiar encauza las actitudes y desarrolla habilidades en los individuos haciendo que tengan una enorme dependencia hacia el entorno familiar. Es ahí donde se remarcan las diferencias entre los individuos de una sociedad.

### *Entorno escolar*

Si bien la familia puede desarrollar o minimizar capacidades de creatividad e innovación en los individuos, un aspecto que toma especial importancia dentro de la necesidad de las naciones de ser competitivas a niveles mundiales, es la formación que reciben los individuos dentro del sistema educativo. En este sentido Boisier (2001) menciona que el aprendizaje y la innovación son considerados como factores determinantes de la competitividad tanto de las empresas como del propio territorio.

El planteamiento de Valqui (2005) es que la creatividad es incremental, opuesto al de aquellos que consideran que la creatividad de una persona queda determinada a una edad temprana. La investigación ha mostrado que la creatividad no se desarrolla linealmente, y que es posible aplicar actividades, métodos didácticos, motivación y procedimientos para incrementarla, incluso a una edad avanzada.

En materia del desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, Marin (2002) menciona que hay diferentes formas de enlazar la creatividad en un salón de clases:

- Los estudiantes no deben ser restringidos a ejercicios y actividades que solo tengan una respuesta correcta



- Los estudiantes deben ser enseñados para revisar y redefinir ideas creativas
- Los estudiantes deben ser estimulados para presentar y defender sus ideas
- Desarrollar actividades que requieran la iniciativa de los estudiantes y su independencia
- Promover una atmósfera de respeto y aceptación a las ideas de los estudiantes

Enfocados al papel de las escuelas en el desarrollo de habilidades de innovación, Morcillo y Alcahud (2005) acentúan el papel de retraso que juega la educación, se ha potenciado el hemisferio izquierdo (lógico) en detrimento del hemisferio derecho (creativo). De esta manera, cuando un individuo se enfrenta en la vida diaria a problemas comunes, reacciona de forma lógica saliendo a la busca y captura de soluciones que no muevan mucho el status quo.

Bajo el mismo orden de ideas, Adame (2000) indica que el sistema educativo es el causante de muchas barreras en la creatividad. Está orientado, en gran medida, a enseñar que sólo existe una respuesta correcta para cada problema. Desafortunadamente muchos de los problemas que se nos presentan a diario no tienen una solución única, ya que dependiendo del punto de vista con que se analice el problema se decidirá su solución.

Por otro lado, el desarrollo de competencias de creatividad e innovación en la educación, no depende solo de cambiar currículos escolares o incrementar recursos dentro de las instituciones educativas, los profesores forman una parte importante, y más aún, trascendental en este cambio. Esta idea se consolida con el comentario de Annarella (1999) al indicar que los profesores pueden fomentar la innovación y creatividad por medio de la libertad y la libre expresión. Menciona que es importante proveer al alumno con un ímpetu creativo e imaginativo.

Finalmente, Amabile (1992) menciona que la actitud del profesor es muy importante para alentar la motivación intrínseca, que florece cuando el profesor cree que el alumno es autónomo

en el salón de clases. La autora menciona que para combatir la “matanza” de la creatividad es necesario tomar en cuenta: desempeño contra aprendizaje, competencia y el sistema escolar.

### *Entorno social*

Otro de los factores relevantes en la parte de la creatividad es el aspecto social. Según García (2002) el entorno social es un puente entre el familiar y el escolar comunicados con el organizacional. Para Csikszentmihalyi (1998) resulta más fácil potenciar la creatividad modificando las circunstancias del ambiente y no estimulando a las personas en forma particular. El autor indica que cabe señalar siete elementos importantes del medio social que posibilitan las contribuciones creativas: formación, expectativas, recursos, reconocimiento, esperanzas, oportunidades y recompensas.

Por su parte Gardner (1998) también hace referencia al enfoque social de la creatividad, este enfoque considera a la creatividad y a sus procesos como un evento social y cultural más que psicológico. Se ha demostrado que las soluciones creativas a los problemas se dan más a menudo cuando los individuos se dedican a una actividad por placer, (motivación intrínseca), que cuando lo hacen por recompensas exteriores, (motivación extrínseca). Esto es parte de lo que menciona Amabile (2005), al decir que una de las cosas que matan la creatividad es precisamente aplastando la motivación intrínseca.

Como lo menciona Penagos (2001), no cabe duda que el juicio social es un elemento de suma importancia en la creatividad. Lo que en una cultura puede ser creativo, en otra puede no serlo. Los procesos históricos, sociales y culturales son frecuentemente olvidados en diversas aproximaciones teóricas a la creatividad.

Bajo un enfoque práctico, D' Angelo (2004) junto con sus colaboradores realizaron un proyecto de investigación en donde aplicaban la creatividad para la transformación social. Lo

orientaron a la formación y desarrollo de diferentes actores de la transformación social: educadores, gestores comunitarios y culturales, y otros que intervienen en la generación y diseminación de una cultura participativa, reflexiva y creativa, en el contexto de la transformación para el desarrollo. Finalmente definieron el marco de la acción transformativa de los actores sociales como un proceso sumergido en una concepción de la persona reflexiva y problematizadora de su entorno y de los procesos más inmediatos a sus tareas profesionales o sociales, lo que conlleva el implicarse en una nueva y diferente situación de participación reflexiva y creativa.

Por lo anterior, se concluye que es necesario que el ambiente social sea propicio para el desarrollo de habilidades creativas e innovadoras en las personas, dado que éste influye totalmente en la formación y la manera de desenvolverse en el mundo contemporáneo.

#### *Entorno organizacional*

Sin menospreciar otras dimensiones de carácter práctico (saberes tecnológicos), social (comunicación) y organizativo (resolver los problemas que surgen en un contexto determinado) que requiere el desarrollo económico actual, conviene devolver el protagonismo a los individuos y, por consiguiente, creer en la empresa de las personas (Morcillo y Alcahud, 2005).

Un pilar muy importante en donde se debe desarrollar la creatividad y la innovación son las organizaciones. Palafox (2002) menciona que la organización innovadora se caracteriza por su capacidad para canalizar las aportaciones creativas hasta convertirlas en resultados útiles para el mercado, o bien para mejorarla calidad o productividad internas.

Genatios y Lafuente (2002) señalan que un paradigma no es sólo un nuevo conjunto de industrias y productos, sino que implica una nueva lógica en los procesos productivos, redefiniendo las condiciones de competitividad empresarial, e introduciendo nuevos modelos de

organización y gestión que no se limitan al sector productivo, sino que se extienden hacia todos los sectores sociales. En la Nueva Economía, la competitividad de un país depende, en gran medida, de su capacidad innovadora.

Por su parte Phelan (2001) dice que desarrollar un potencial creativo en el trabajo a través de una iniciativa individual y organización es la clave, menciona que las organizaciones deben liberar la creatividad e innovación para ser competitivos. Así mismo, la creatividad puede ser conducida a mejoras continuas y/o innovaciones radicales, ambas son críticas en el mercado actual. El autor señala que todos los empleados poseen un potencial creativo y la habilidad de contribuir fuertemente al éxito de la organización.

La cultura innovadora en las empresas abarca características tales como aceptar la ambigüedad, tolerar lo poco práctico, establecer pocos controles externos, aceptar el riesgo, tolerar el conflicto, enfocar a los fines y no en los medios, (Palafox, 2002), lo anterior propicia que los individuos dentro de las organizaciones tengan la libertad de desarrollar su creatividad e innovar.

Para Phelan (2001), existen cinco factores que reflejan la creatividad. El autor los utiliza para realizar estudios en las organizaciones, estos son: La confianza creativa (CC, por sus siglas en inglés), que es comparado con la percepción individual de la creatividad, la cultura organizacional (OCC, por sus siglas en inglés); el estilo creativo (CSP) y el liderazgo creativo (C-SL), y cada factor se compara con otras variables.

Por otra parte, Villanueva (2002) menciona que en las empresas pequeñas se carece, por lo general, de una concienciación o cultura de la innovación. En España, se piensa en soluciones más inmediatas: reducir costos, cambiar a algunos empleados clave (si es posible, "fichar" a los del competidor), vender el negocio o cerrar; salvo que la exigencia externa obligue explícitamente a innovar. Y sin embargo, lo que está ampliamente reconocido es que una de las

escasas vías para conseguir que cualquier negocio no únicamente mejore, sino que "despegue" en los citados parámetros clave, es innovando de manera sostenida.

Lo anterior da lugar a pensar que la capacidad de innovar es parte de una cultura formativa dentro de las organizaciones para seguir dentro de la competencia, y en este siglo, esta competencia más que regional, se vuelve nacional e inclusive internacional compitiendo bajo parámetros establecidos a niveles globales.

Como se ha visto hasta ahora, los ambientes sociales y culturales, educativos, familiares y organizacionales afectan el desempeño de la creatividad. En todos ellos recae la responsabilidad de que los individuos se desarrollen creativamente, por lo que es necesario que se comience a trabajar en cada uno de estos ambientes con la intención de apoyar el fomento de la creatividad.

Ahora bien, con la teoría que se ha manejado se considera pertinente indagar sobre las herramientas que apoyan el desarrollo de la innovación y creatividad; por ello, a continuación se presentan una serie de herramientas que cumplen con esta función.

### *Herramientas y métodos que fomentan la innovación y la creatividad*

Para el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad se utilizan diversas herramientas para la generación de ideas creativas y solución de problemas, es entonces que emerge la necesidad no solamente de desarrollarlas, sino de fomentarlas y medirlas.

Para ello, Morcillo y Alcahul (2005) establecen que estas herramientas se pueden clasificar atendiendo a sus objetivos prioritarios: por una parte, cabe tomar en consideración aquellas herramientas "solucionadoras de problemas" y que, por tanto, obedecen a planteamientos reactivos o defensivos (creatividad normativa), y por otra, las herramientas orientadas más directamente al fomento de la innovación y que, en consecuencia responden a un enfoque proactivo u ofensivo (creatividad exploratoria y creatividad aleatoria).

Creative Minds (2006) menciona una serie de tipos de herramientas para apoyar y fomentar a la creatividad. Las ordenan en cuatro grupos, se mencionan algunas de ellas en la tabla 6:

Tabla 6  
Herramientas para el fomento de la innovación y creatividad (Creative Minds, 2006)

<b>Herramientas para la definición de problemas creativos</b>	<b>Herramientas para la creación de ideas</b>	<b>Herramientas para la selección de ideas</b>	<b>Herramientas para la implementación de ideas</b>
<u>Breakdown</u> : Descomponer para encontrar el área de enfoque <u>CATWOE</u> : Checklist (lista de tareas) sobre soluciones y problemas <u>Challenge</u> : Reta cualquier parte del problema <u>Chuning</u> : Toma un nivel más alto o más detallado <u>Context Map</u> : Mapea el problema	<u>Assumption Busting</u> : Reta las aseveraciones inconcisas <u>Attribute listing</u> : Lista los atributos de objetos y luego los reta <u>Brainstorming</u> : Método clásico de creatividad para grupos <u>Brainmapping</u> : Combina la lluvia de ideas y los mapas mentales	<u>Concept Screening</u> : Compara opciones contra la competencia <u>Delphi Method</u> : Explora ideas por medio de consensos con grupos remotos <u>The Hundred Dollar test</u> : ¿Cómo gastaría \$100 dls. En sus ideas? <u>The Kipling method (5W1H)</u> : Preguntas simples, grandes respuestas <u>PINC Filter</u> : Evaluación de pros y contras de ideas.	<u>CATWOE</u> : Un checklist de pensamiento sobre problemas y soluciones <u>A Day In The Life Of...</u> : Imaginación de como la solución será usada <u>Force-field Analysis</u> : Exploración de fuerzas que apoyan o se oponen a la idea <u>Rubber-ducking</u> : Hablar con alguien más de los problemas que se enfrentan

Por otra parte, uno de los métodos más conocidos para fomentar la creatividad es la lluvia de ideas. Dew (2006) menciona que muchas personas están familiarizadas con este método que fue desarrollado por Osborn en 1940 para separar la generación de ideas de su evaluación.

Dos décadas más tarde se introduce “sinética” ó “*synectics*” empleando el uso de analogías para desarrollar ideas creativas. Es una aproximación al pensamiento creativo que depende de un entendimiento que aparentemente es diferente. Su herramienta principal es la analogía y es utilizado en grupos para apoyar a los estudiantes a desarrollar respuestas creativas a la solución de problemas.

Para los años 70's, De Bono desarrolla el concepto de pensamiento lateral para describir la generación de ideas no secuenciales y abiertas, el autor escribe sobre el pensamiento lateral para representar los caminos alternativos que no estamos acostumbrados a usar. Según De Bono, la mayor parte de las personas tiende solo a ver una forma de resolver el problema, cuando puede haber varias formas de hacerlo.

Cabe mencionar que con el gran auge de las tecnologías de información y comunicaciones, se han desarrollado muchas herramientas para fomentar y medir la innovación y creatividad. Por ejemplo, algunas de ellas se enfocan a la organización de ideas por medio de mapas mentales, tal es el caso de los software Nova-mind, Concept Draw, Idea Fisher, Inspiration, y la herramienta gratuita FreeMind que pueden utilizarse para organizar gráficamente una gran cantidad de ideas e información y con esto visualizar soluciones prácticas enfocadas a realzar el pensamiento creativo. Estas ideas son puestas en mapas mentales para posteriormente compartirlas entre los participantes. El software relacionado con mapas mentales jerarquiza las ideas desde lo más general hasta lo más específico asegurando su entendimiento mediante la visualización de conceptos y datos para apoyar la toma de decisiones y la solución de problemas.

Además, existen otras herramientas tecnológicas enfocadas al trabajo colaborativo que fomentan la creatividad, como ejemplo se encuentra el iStorm (2006) que es un software que permite innovar en colaboración, es decir, los usuarios pueden trabajar, hablar y pensar juntos, operacionalmente un usuario puede abrir un documento y comenzar una lluvia de ideas con otros compañeros en una sesión por medio de computadoras.

Así mismo también enfocado al trabajo colaborativo se encuentra Creative Whack Pack que es un software que simula cuatro roles a desempeñar en el proceso creativo: explorador, artista, juez y guerrero. Cada rol desempeña una función específica tal como buscar información,

diseñarla, evaluarla e implementarla. Este software pide formular un problema, posteriormente plantea frases y finalmente una pregunta relacionada. (Penagos y Aluni 2000).

Respecto a herramientas que gestionan la innovación, Michalko (1991), enfocándose al diseño de productos, crea el análisis morfológico como un problema dividido en funciones o subfunciones. Por otra parte, el Método de Análisis de Problemas Kepner-Tregoe (KT) es una herramienta de análisis de problemas que consiste en diferentes pasos: la definición del problema, su descripción, la descripción de algo que no es el problema, diferencias entre ambos, identificación de cambios ocurridos, desarrollo de las posibles causas y la prueba de causas (Molina, 2005).

Una teoría que fomenta la resolución de problema mediante enfoques creativos e innovadores, es el caso de la metodología TRIZ "*Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*", (Teoría para la Solución de Problemas de Inventiva), elaborado por Altshuller en 1946, (León, (2003); Hipple (2005); Mann (2002); Dew (2006)). Altshuller desarrolló entre varios otros elementos, 40 principios de inventiva que apoyan el desarrollo de productos tangibles. Cabe aclarar que esta metodología no está directamente orientada al desarrollo de habilidades de innovación y creatividad; ante todo es una metodología usada para resolver creativamente problemas de diseño.

La escala de creatividad bidimensional de Finke: Resultados creativos, posee dimensiones creativo-conservativas y realistas-idealistas que definen 4 categorías generales dentro de las cuales cada nueva idea puede ser clasificada, estas son idealismo creativo, idealismo conservativo, realismo conservativo y realismo creativo. En una matriz se ubican estas características para clasificar las ideas nuevas (Smith, Paradise y Smith, 2000).

Por otra parte KEYS funge como herramienta para evaluar el ambiente para la creatividad e innovación (Mathisen y Einarsen, 2004). Los mismos autores hacen mención al SSSI (*Siegel*



*Scale of Support for Innovation*, ó Escala de Soporte para la Innovación), desarrollado para factores de clima organizacional suponiendo estar presentes en una organización innovadora.

Como es visto, si se busca innovar, no solo se requiere de ideas nuevas, incluye todas las fases del diseño y evaluación de la eficiencia hasta la implementación de la idea, es decir, la medición en la innovación surge del producto terminado (Molina, 2005). Dentro de esta medición se encuentra la ventaja competitiva que el producto ofrece junto con su rentabilidad y la forma en que va a satisfacer las necesidades de quienes lo utilizarán (Cropley, 2000).

Tanto la innovación como la creatividad tienen sus bases en el pensamiento humano, una desencadena a la otra y se transforma en productos terminados. La medición de estas dos capacidades dependerá entonces del nivel de creatividad arrojado por diferentes estudios mencionados anteriormente, culminando en el producto terminado que se le denomina “innovación”.

Dado lo anterior se pueden sacar dos conclusiones; por un lado se han hecho investigaciones que demuestran cómo puede ser medida y evaluada la creatividad y la innovación, por el otro lado se encuentran herramientas que fomentan estas habilidades.

Como se puede observar, las herramientas mencionadas anteriormente apoyan a la mente innovadora y creativa, proveyendo un espacio donde los individuos son capaces de romper esquemas y paradigmas motivando al pensamiento divergente. Todos estos métodos buscan indagar sobre formas y procesos para llegar a la innovación y creatividad. Con las investigaciones siguen emergiendo metodologías con el fin de encontrar un patrón que permita llegar a la innovación y a la solución de problemas de la forma más eficaz.

Para efectos de este estudio, se tomará como referencia dos de las herramientas para el apoyo a la innovación y creatividad, estas son la metodología TRIZ y el QFD, en las cuales se basará la investigación y que se describen en mayor detalle en las siguientes secciones.

## TRIZ

Hay muchas definiciones del TRIZ, entre ellos se encuentra que es una técnica para analizar y resolver problemas que enfatizan contradicciones más que hacer compromisos (Hipple 2005); una estrategia de solución de problemas la cual permite diseñar innovaciones, reducir el tiempo de desarrollo y resolver lo que en un inicio pareciera alternativas conflictivas, (León 2003); permite que los usuarios desarrollen cada una de estas habilidades tanto en lo individual como en las secuencias sistemáticas, (Mann 2002).

TRIZ es un acrónimo ruso de "*Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*", que es la Teoría para la Solución de Problemas de Inventiva. Fue elaborado por Genrich Altshuller en 1946, él y sus colegas revisaron 200,000 patentes para encontrar la forma en que la innovación toma lugar. A raíz de estas investigaciones, Altshuller desarrolló 40 principios de inventiva que pretenden llegar al desarrollo de productos tangibles, se aprecian a continuación en la figura 1:

- |   |   |
|---|---|
| 1. Segmentación                         | 23. Retroalimentación   |
| 2. Extracción                           | 24. Mediador  |
| 3. Calidad Local                        | 25. Autoservicio  |
| 4. Asimetría                            | 26. Copiado   |
| 5. Combinación                          | 27. Objeto barato de vida corta en lugar de uno caro y usable     |
| 6. Universalidad                        | 28. Reemplazo de sistemas mecánicos                               |
| 7. Anidación                            | 29. Uso de una construcción neumática o hidráulica                |
| 8. Contrapeso                           | 30. Película flexible o membranas delgadas                        |
| 9. Reacción previa                      | 31. Uso de material poroso  |
| 10. Acción previa                       | 32. Cambio de color   |
| 11. Amortiguamiento anticipado          | 33. Homogeneidad  |
| 12. Equipotencialidad                   | 34. Restauración y regeneración de partes                         |
| 13. Inversión                           | 35. Transformación de los estados físicos y químicos de un objeto |
| 14. Esferoidalidad                      | 36. Transición de fase  |
| 15. Dinamicidad                         | 37. Expansión térmica   |
| 16. Acción parcial o sobrepasada        | 38. Uso de oxidantes fuertes                                      |
| 17. Moviéndose en una nueva dimensión   | 39. Medio ambiente inerte   |
| 18. Vibración mecánica                  | 40. Materiales compuestos   |
| 19. Acción periódica                    |   |
| 20. Continuidad de una acción útil      |   |
| 21. Despachar rápidamente               |   |
| 22. Convertir algo malo en un beneficio |   |

Figura 1. Principios de inventiva del TRIZ. (Kaplan, S., 1996)

El objetivo de Altshuller era que por medio de una metodología se pudieran minimizar el número de intentos para llegar a un invento. Al respecto, Dew (2006) menciona que Altshuller comenzó con reconocer que, diferentes niveles de situaciones tiene diferentes niveles de complejidad basados en el número de variables incluidas. Mientras que algunos problemas tienen solo algunas variantes, otros tienen docenas, centenas, miles y miles de millones, (como ejemplo se tiene a Edison, quien realizó 50,000 intentos para inventar la bombilla). Estas circunstancias han sido vivenciadas por muchos inventores mediante prueba y error, es por ello que lo que Altshuller observó fue que se podía contar con una metodología para minimizar el número de intentos.

El autor clasificó los inventos en 5 niveles:

- Nivel 1. Mejora (espesor de aislamiento)
- Nivel 2. Resolver una contradicción técnica (40 principios de inventiva)
- Nivel 3. Resolver una contradicción física (4 separaciones)
- Nivel 4. Nueva tecnología (romper paradigmas o cambios de tecnologías)
- Nivel 5. Nuevo fenómeno (nuevas ciencias)

Una contradicción (Nivel 2) aparece cuando se pretende mejorar un parámetro y se deteriora otro, (por ejemplo: resistencia y peso). Una contradicción Técnica aparece dentro de los sistemas técnicos, es decir, cualquier cosa que desarrolla una función es un sistema técnico, el cual puede tener subsistemas, los cuales pueden a su vez, desarrollar funciones y tener contradicciones, (por ejemplo: peso vs fuerza). Un sistema técnico puede tener muchos parámetros. Por otro lado, una contradicción física (Nivel 3) aparece cuando dos propiedades opuestas son requeridas para el mismo elemento de un sistema técnico o para el sistema en sí,

(frío y calor). Para dar solución a estas contradicciones técnicas, se usan los 40 principios de inventiva. Según los estudios de Altshuller , los 40 principios de inventiva que explican el 77% de los inventos registrados. Cabe mencionar que el 77% de las patentes están en los niveles 1 y 2 (Technical Innovation Center, 2006).

Uno de los aspectos más recurrentes en la metodología TRIZ, es que se observa que la raíz de los problemas viene de las contradicciones entre dos o más elementos. Lo que Altshuller desarrolló fueron aproximaciones creativas para disolver estas contradicciones. La identificación de contradicciones claves, fueron el corazón de los inventos según Hipple (2005). Los principios inventivos se usan repetitivamente para resolver dichas contradicciones y contribuir directamente a crear avances técnicos a través del movimiento del “sistema de contradicciones” y su habilidad para balancearlos (León 2003).

Muchos métodos y herramientas de innovación se han producido a lo largo de años de investigación, Mann (2002) indica que TRIZ permite que los usuarios desarrollen cada una de estas herramientas tanto en lo individual como en las secuencias sistemáticas. Menciona cuatro pilares del TRIZ: Contradicciones, idealidad, funcionalidad y uso de recursos.

Dew (2006) menciona que Altshuller recomienda cuatro pasos para inventar nuevas soluciones a los problemas:

1. Establecer lo que se sabe sobre el problema
2. Extender el entendimiento. Encontrar la información que se pueda sobre las propiedades físicas y otros aspectos del problema.
3. Definir cuál es la solución ideal al problema

#### 4. Generar múltiples ideas

El principio ideal del TRIZ es que el sistema puede ser exitoso con la presencia de una gran cantidad de beneficios y una menor cantidad de costos. Un sistema tecnológico ideal es un sistema que no requiera material para construir, que no consuma energía, que no necesite espacio o tiempo para operar y demás. En otras palabras, un sistema ideal es un sistema ausente que ni siquiera existe como una entidad física, pero se desarrolla como la función es requerida, (León 2003), ó que implica recursos no evidentes y ventaja de patrones de inventiva que aparecen a través de varias industrias y tecnologías. (Hipple 2005).

Muchas personas utilizan la herramienta como apoyo para el descubrimiento de contradicciones de un problema, como Alemán y Córdova (2006) que señalan que en un sistemas tecnológico, la contradicción es una condición que surge cuando entra en conflicto un subsistema con otro, o cuando las propiedades de un subsistema entran en conflictos entre ellas mismas, siendo necesario eliminar los conflictos mediante una solución novedosa. Los autores mencionan que de acuerdo al TRIZ, existe dos tipos de problemas a los cuales hacer frente, los primeros son aquellos que tienen una solución conocida, el segundo tipo son aquellos que no tienen una solución conocida y presentan una serie de contradicciones que se deben resolver para poder innovar.

Dew (2006) menciona para que una persona pueda crear nuevas ideas sin hacer ejercicios creativos profundos, puede utilizar TRIZ como aproximación al pensamiento creativo. Por su parte, Mann (2002) dice que TRIZ quita todas las fronteras que pueden existir entre sectores industriales.

Mann (2002) menciona en ese estudio acerca de la manufactura y tendencias evolutivas de tecnología, que TRIZ provee significados de solución de problemas para acceder a buenas soluciones logrando las mejores mentes inventivas. Por su parte, León (2003) sustenta que TRIZ es una metodología poderosa para producir innovaciones sistemáticas y mejorar el proceso de pensamiento de los diseñadores. Y Hipple (2005) menciona que los principios y técnicas del TRIZ se utilizan para resolver problemas técnicos adaptados a los negocios más efectivamente y con mejores ganancias.

Hay evidencia de que muchas organizaciones utilizan TRIZ, entre ellas Dew (2006) menciona a Ford Motor Co., Boeing, Westinghouse y Air Products. El autor señala que las empresas deben buscar formas de incluir entrenamiento TRIZ en los programas de capacitación de las organizaciones.

Gomila (2006) menciona que el TRIZ consta de una serie de reglas, hallazgos y axiomas, cuya impresión práctica y aplicación industrial, permiten conseguir una visión prospectiva y más holística de la tecnología, los productos y procesos productivos. Dicha visión colabora positivamente en la comprensión del proceso innovador.

El autor hace mención a casos prácticos en la aplicación de TRIZ. Uno de ellos es la “máquina de café”, estudio realizado en España donde se aplicó la metodología para resolver el problema que se tenía con el aparato. La máquina era capaz de servir café capuchino, café con leche y express. El problema era que si servía café con leche, el capuchino estaba sobrecalentado y sin espuma, y si se ajustaba la máquina, era lo contrario, es decir, la contradicción existía, por lo que identificándolas el problema quedó mejor fundamentado y se establecieron estrategias a seguir.

Otro caso fue el de “cepillos del auto-lavado”. El sistema de auto-lavado se popularizó por todo el mundo debido a su rapidez y bajo costo para el usuario, sin embargo, para el fabricante y el dueño, los aparatos tienen ventajas y desventajas. Por ejemplo, los rodillos tienen que estar a cierta altura del automóvil, además de contar con cerdas que contienen detergente con una temperatura adecuada para quitar la suciedad de los vehículos. Las cerdas deben tener cierto espacio entre unas y otras para que fluya la humedad; si el sistema no está en armonía, sucede que se raya la pintura del vehículo o que lo deje sucio. En este caso se destaca la aplicación del concepto idealidad del TRIZ que permitió mejorar el servicio de lavado con rodillos, que permitiera hacerlo de forma segura y con mayor durabilidad para el aparato.

Una aplicación más de la metodología TRIZ fue el diseño de un aparato para el desarrollo de la elasticidad en los seres humanos. El problema es que el aparato no cumple con el objetivo para el que fue creado, por lo tanto no satisface la necesidad de los clientes y por consecuencia, las ventas bajan enormemente. Se detectó que el problema es que el aparato no considera la naturaleza de los movimientos del cuerpo humano, por lo que debe ser rediseñado ergonómicamente para que ejecute movimientos naturales. Finalmente se aplicó la matriz de contradicción de la metodología TRIZ rediseñando completamente el aparato y su estructura para obtener el objetivo deseado (Flores, Torres y Córdova, 2006).

TRIZ también se puede utilizar en aspectos menos técnicos, tal es el caso de Mendoza y Córdova (2006) que llegan hasta un modelo de innovación estratégica para equipos de alto rendimiento y liderazgo trascendente utilizando la metodología TRIZ con el objeto de lograr una mejora en la competitividad. Lo que demuestra que la metodología puede ser utilizada tanto en las innovaciones en productos o servicios como en estrategias administrativas.

### *TRIZ en la educación*

Como se aprecia, la metodología TRIZ es utilizada para la solución creativa de problemas siendo una herramienta que permite sistematizar el proceso de inventiva. A raíz de estas ventajas, TRIZ también es utilizado en el currículo de ingenieros en algunas universidades. Es decir, además de fomentar la innovación y creatividad per se, las universidades aplican herramientas utilizadas en la solución de problemas o para la generación de ideas creativas, tal es el caso de la metodología TRIZ, usada específicamente para resolver creativamente problemas de diseño. En este sentido la metodología es enseñada en grupos universitarios mayormente de ingeniería, aunque se tiene evidencia de que también es usada en otras áreas de conocimiento, (Dew, 2006).

Uno de estos estudios en universidades es el de Ikoenko (1996), quien en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), hizo un experimento con estudiantes de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química e Ingeniería Civil para determinar la efectividad de TRIZ/Optimizador tecnológico. En el experimento, un grupo aplicaba la metodología TRIZ y el grupo de control no estaba expuesto a ella. El resultado fue que el grupo que aplicaba la metodología generaba 80% más conceptos que cualquier otro grupo.

En un estudio paralelo, Leon, Heredia y Lozano (2006) hacen un espejo del estudio de Ikoenko aplicado en universidades mexicanas, este estudio fue realizado con alumnos de carreras de ingenierías con la aplicación de la metodología TRIZ. Como propósito fundamental, los estudiantes utilizarían herramientas para desarrollar su creatividad e innovación. Fueron introducidos en la metodología TRIZ para motivarlos en la identificación de retos innovadores en sus estudios. El estudio se enfocó a dos grupos con la finalidad de establecer diferencias en la creatividad de solución de problemas entre ellos. Uno de los grupos fue expuesto a la



metodología TRIZ y el otro a la formación académica tradicional. Los resultados mostraron en primera instancia que ambos grupos fueron muy similares en su desempeño. La investigación actualmente no se ha enfocado a descubrir el porqué de la igualdad de desempeño entre los dos grupos. Se puede tener un sin fin de inferencias sobre las razones por las cuales no existe diferencias entre los grupos, entre ellas cultura, manejo de la metodología por parte de los alumnos, por parte de los profesores, falta de motivación en el desarrollo de estas habilidades, falta de un ambiente propicio para el desarrollo de las habilidades, entre otros. Sin embargo, hace falta indagar con profundidad sobre el resultado de este estudio. La tabla 7 resume algunos de los estudios que se han realizado en relación a la aplicación de la metodología TRIZ tanto en empresas como en universidades.

Tabla 7

Integración de los estudios empíricos sobre la metodología TRIZ

Autor (es)	Objeto de investigación	Enfoque	Propósito
Ikovenko (1996)	Estudiantes universitarios	Creatividad mediante la aplicación la metodología TRIZ	En el experimento, un grupo aplicaba la metodología TRIZ y el grupo de control no estaba expuesto a ella.
León, N.; Heredia, Y.; Lozano, L. (2006)	Alumnos de la carrera en ingeniería	Mostrar la experiencia del uso de herramientas de creatividad. Se utilizó la metodología TRIZ.	El objetivo del estudio longitudinal es hacer que un salón de clases se convierta en un lugar que facilite la creatividad entre los estudiantes.
Peña, A (2006)	Uso de herramientas creativas desde los primeros semestres de formación profesional, relacionándolo con una cultura creativa	Uso de herramientas para fomentar la creatividad del alumno de las diversas áreas de la ingeniería, favoreciendo su pensamiento creativo.	Establecer las condiciones para que el aula se convierta en un ambiente que favorezca el pensamiento creativo de los alumnos.
León, N. (2003)	Ingenieros	Diseñar una perforadora de papel	Aplicación de la metodología TRIZ

Autor (es)	Objeto de investigación	Enfoque	Propósito
Garner, R. (1997)	Los ingenieros de Emerson Electric Corp. 's Ridge Tool Co.	que perfore dos veces más tantas hojas que las de la competencia. Disminuir a la mitad el costo de manufactura de un producto sin eliminar las funciones principales en el proceso.	Utilizar la metodología TRIZ, en donde teóricamente alcanzarán la meta y eliminarán componentes sin eliminar funciones.
Molina, M. (2005)	Estudiantes de ingeniería	Contribución al desarrollo de los métodos para evaluar la creatividad	Profundización, integración y desarrollo de TRIZ con otras herramientas encaminadas al impulso de la creatividad.

Cabe señalar que TRIZ no necesariamente desarrolla habilidades de innovación y creatividad, ante todo es una metodología usada para resolver creativamente problemas de diseño. Sin embargo, Seredinski (2006) menciona que cuando se ha estado entrenado en la metodología, el nivel personal de creatividad aumenta, mientras que el nivel de inercia psicológica disminuye.

Es importante mencionar que TRIZ ha evolucionado a tal grado que existe un concepto llamado “*Directed Evolution*”, (innovación estratégica). Esta innovación estratégica es una forma proactiva para proveer significados no solo para predecir, sino para dirigir los logros tecnológicos futuros. Muchas de las innovaciones que aparecerán en los próximos 20 años estarán basadas en conocimiento científico y tecnológico que actualmente existe. La dificultad reside en identificar cual es el conocimiento que tiene una importancia real. Es ahí que la innovación estratégica evalúa sistemáticamente el conocimiento actual para conocer cómo los adelantos tecnológicos, tal vez en conjunto con otros, puede llenar una necesidad humana (Ideation International, Inc., 2006).

A manera de resumen, se puede decir que el TRIZ identifica 4 aprendizajes: 1) hay cinco niveles de invención, 2) los problemas de inventiva contienen al menos una contradicción, 3) hay patrones estándares de evolución y 4) los mismos principios son usados en muchos diseños de inventiva y pueden ser considerados como patrones de solución, (Terninko,1997).

TRIZ fue desarrollado para resolver problemas técnicos adaptados a los negocios más efectivamente y de esta forma, ser mayormente innovadores con menores costos. En el caso de la educación, TRIZ guía a los estudiantes hacia diferentes formas de pensar, llevando a la visión de transformar conflictos en oportunidades de innovación.

#### *QDF (Despliegue de la función de la calidad)*

De acuerdo a la nueva economía global, para ser competitivos, es necesario desarrollar productos exitosos. Usualmente las empresas utilizan diversos métodos para llevar a cabo este desarrollo, uno de ellos lleva por nombre QFD (despliegue de la función de calidad), este método es adoptado por gran numero de empresas que ayudan a traducir las necesidades de los clientes en conceptos técnicos o diseño de características de calidad. Los conceptos de QFD comenzaron hace poco mas de 20 años, concebido en Japón a finales de los 60's, pero el término de despliegue de calidad fue adoptado por primera vez en 1972. En 1980 el desarrollo de producto por el QFD fue adoptado por Estados Unidos, en la industria automotriz (Cauchik, 2005).

Según la Asociación Latinoamericana de QFD (2007), el QFD (Quality Function Deployment) o Despliegue de la función de la calidad, es un sistema que se enfoca en el diseño de los productos y servicios para dar respuesta a las necesidades de los clientes, por lo que se deben alinear sus deseos y necesidades con lo que la organización produce. Mediante el entendimiento de la prioridad cliente, las organizaciones se dedican a obtener respuestas

innovadoras a dichas necesidades, a través de la mejora continua de productos y servicios en busca de maximizar la oferta de valor.

Según Urbina (1999), la técnica QFD identifica los Que's, define Como's y por medio de evaluación y análisis, sugiere métodos para asegurar una influencia positiva en el desarrollo de un proceso. Es importante señalar que el QFD es exclusivamente una herramienta de planeación desarrollada debido a la creciente necesidad de alcanzar ventajas competitivas de calidad, costo y tiempo, así como para implementar objetivos.

Yoji Akao concibió el despliegue de la función de la calidad como un método que serviría como una herramienta vital para el desarrollo de nuevos productos. Chin, Shiu y Tu (2007) mencionan que de entre los beneficios del QFD es un costo bajo en el desarrollo del producto e incrementar la satisfacción del cliente. Los autores están convencidos de que el QFD es la herramienta más completa, sistemática y convincente de diseño de productos, con la suficiente calidad y satisfacción del cliente. Sin embargo, hay autores que mencionan que el QFD no es una herramienta de diseño de productos, sino una herramienta para establecer consensos basados en el cliente para acercarse a sus preferencias.

Por su parte, Cauchik (2005) menciona que despliegue de calidad es definido como la traducción de las demandas en características sustitutas determinando el diseño de calidad de un producto completo. El autor continua diciendo que los principales componentes del QFD son las tablas de despliegue, las matrices y el modelo conceptual. Las tablas de despliegue son gráficas que representan los niveles de desarrollo de un objeto, la información se agrupa por afinidad y ordenan por niveles. Por otro lado, la matriz combina de dos tablas de despliegue; una de las matrices más comunes se llama "la casa de calidad". Es una matriz que provee de un

mapa para el proceso de diseño, es para entender los requerimientos de los clientes y establecer prioridades de requerimientos de diseño para satisfacerlos. El QFD utiliza una serie de matrices para establecer la calidad, que también es usada en relaciones causa-efecto.

En relación a la “casa de calidad”, Urbina (1999) menciona que se forma una documentación que reportan las variables que se encuentran en el entorno del sistema o área de especialización. El procedimiento para desarrollar la casa de calidad del QFD es el siguiente:

1. Requerimientos en términos del cliente (QUÉ)
2. Características de control del producto final (CÓMO)
3. Desarrollo de una matriz de relación entre los requerimientos del cliente y las características de control del producto final (RELACIONES)
4. Evaluación competitiva
5. Evaluación de las características del producto final
6. Determinación de los puntos críticos para nueva evaluación del proceso
7. Desarrollo de objetivos en las características de control del producto final (CUÁNTO)
8. Selección de las características de control a ser desplegadas- basada en la importancia del cliente, puntos críticos del proceso y evaluación competitiva.
9. Matriz de correlaciones

Dentro de las aplicaciones del QFD tenemos la experiencia de Gerst (2004), quien hace mención a un ejemplo en donde se aplicó el QFD, éste fue en el área de servicios sociales en un municipio. Las herramientas tradicionales y aproximaciones usadas para soportar el rediseño de un sistema de gran escala, como un programa de evaluación, llega a estrecharse más allá de sus

características aplicadas a sistemas complejos. Sin embargo, QFD ha proveído la capacidad de manejar esta complejidad, rediseñando estos sistemas complejos efectivamente.

Por otra parte, Ginn y Zairi (2005) mencionan las mejores prácticas en la aplicación del QFD en Ford Motors Companys. Los autores mencionan que la técnica QFD traduce los requerimientos de los clientes obtenidos dentro de un estudio de mercado, éstos se realizan en productos medibles usando matrices y desarrollo de producto en equipo. Sin embargo, el problema que encaran los practicantes de QFD, incluyendo Ford, es el costo, complejidad y responsabilidad para hacer un QFD efectivo. Aunado a lo anterior, el QFD se aplica en la industria occidental desde los 80's, y muchas empresas no han podido re-pensar los procesos cambiando sus mejoras de calidad. La aplicación del QFD depende de un buen entrenamiento, y de equipos multidisciplinarios con enfoque a sus metas.

Como se puede observar, la aplicación del QFD en las empresas, no es solamente de necesidades, sino de un entrenamiento capaz de hacer que la organización realice sus procesos en pro de los clientes, y de esta forma, crear productos robustos que puedan cubrir las necesidades de los mismos.

### *Conexión TRIZ/QFD*

TRIZ/QFD proporcionan alternativas para innovar por medio de diseños que permitan acercarse a las necesidades de los clientes, así como solucionar contradicciones en este proceso. Es lógico pensar que estas dos metodologías apoyan el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, por lo que algunos autores se han dedicado a experimentar con la combinación de ambas metodologías.

Terninko (1997) explica que el QFD llegó a Norte América en 1984, y el TRIZ en 1991, cada uno de ellos contribuye a un aspecto del proceso de diseño. El autor menciona que juntos se convierten en herramientas poderosas para innovaciones robustas enfocadas en el cliente. El QFD, por un lado, junta y traduce los requerimientos de los clientes (a voz del cliente) a requerimientos de diseño (la voz del innovador). La conexión viene con el resultado de que el QFD es usado para ordenar por prioridades (rankear) muchos conceptos innovadores generados por la metodología TRIZ, ésta sólo provee elementos de diseño, no los detalles de diseño.

Por su parte, Chin, Shiu y Tu (2007) mencionan que en actualmente en occidente el QFD se combina con el TRIZ. Anteriormente el QFD, en concepto y método, apuntaba hacia como agregar valor a cada actividad en el desarrollo de producto para mejorar la calidad en el producto, actualmente el QFD apunta hacia como integrar varias herramientas de diseño y métodos para mejorar productos de calidad.

Para Molina (2005), el QFD es un sistema que busca focalizar el diseño de productos y servicios, para dar respuesta a las necesidades de los clientes. Al alinear lo que el cliente requiere a los procesos de la organización el TRIZ entra como metodología que facilita una forma metódica de examinar los problemas de inventiva, explorando el espacio de soluciones para generar soluciones creativas.

El principio fundamental del QFD es juntar toda la información relevante sobre el cliente y usar esta información para manejar el diseño de un producto o servicio. Muchas herramientas han sido integradas en el proceso de QFD para facilitar el despliegue de la información a través del diseño y proceso de manufactura para todas las funciones relevantes de la organización. La primera función del QFD es identificar aspectos importantes y enlazar prioridades y enfoques en

el cliente. El QFD comienza como mejora del mercado rediciendo la brecha entre los deseos del cliente y el desempeño del producto, Terninko (1997). El autor continua diciendo que el QFD junto con el TRIZ pueden encajar juntos. El primero hace un embudo en la parte de ingeniería y optimización, que pueden ser resueltos por TRIZ, sin embargo TRIZ es débil en áreas de requerimientos del cliente y optimización, donde QFD provee entradas al proceso. Terninko lo visualiza por pasos como sigue:

Tabla 8

Pasos del QFD y conexión con TRIZ

Pasos	QFD	TRIZ
1	Identificación de los segmentos del cliente, criterios de ranqueo de segmentos y ranqueo de segmentos.	Mejora los diseños que nunca fueron considerados posibles mediante las líneas técnicas de evolución.
2	Comprender las necesidades de los clientes y medio ambiente. Las necesidades de los clientes son almacenadas por demandas de cualidades, funciones, confiabilidad, asuntos, soluciones, seguridad y modos de falla.	Se enfoca a los recursos disponibles para proveer modelos ideales, así como considerar coacciones y funciones útiles.
3	Mapea la demanda subjetiva de la información del cliente a objetivos medibles usados por el ingeniero. La matriz que se usa es la “casa de calidad”	El TRIZ tiene varios aspectos que pueden apoyar estas actividades. El más profundo con los conflictos que se reducen recurridamente. Mejora los equipos de manufactura tomando en cuenta los problemas y conflictos y reduce costos.
4	Concepto de generación	El concepto de generación es uno de los más poderosos del TRIZ. Las entradas de análisis son enfocadas a las medidas de desempeño, prioridades y conflictos. Así mismo, genera alternativas para las medidas de desempeño.
5	Conocimiento de la organización sobre sus procesos de manufactura	Provee tecnologías que pueden mejorar los productos hechos con el proceso de manufactura.



El autor menciona que cualquiera que se enfoque en QFD reconoce que muchas veces el equipo está en la búsqueda de dirección. Por otra parte, Chin, Shiu y Tu (2007) al mencionar el futuro del QFD, dicen que debe ser un seguro de calidad integral. Los autores hacen mención a que se deben de combinar varias herramientas y métodos de diseño con QFD para reforzar el despliegue de calidad. El TRIZ puede apoyar el QFD uniendo creatividad en diseño, generación de conceptos y diseño de solución de problemas.

Hasta el momento se ha visto el marco teórico que involucra la presente investigación, desde el enlace de la globalización con la necesidad de formar individuos capaces de adaptarse a los recurrentes cambios propios de la nueva economía, los inminentes cambios en los sistemas educativos mundiales, hasta lo relacionado con el desarrollo de innovación y creatividad en los estudiantes. Así mismo, se ha mencionado las metodologías TRIZ y QFD, que se tomarán como base para el desarrollo del presente estudio.

A continuación se presenta el capítulo tercero de la presente tesis, en donde se sentarán las bases relacionadas con la metodología de investigación y la forma en que se analizarán los datos.

“El conocimiento sobre la ciencia comienza cuando se puede medir lo que se está hablando, y ser expresado en números”, Lord Kelvin

## **Capítulo 3**

### **Metodología de la investigación**

#### **Introducción**

En el presente capítulo se presenta el diseño de la metodología para la investigación en donde se abordará el tema “Desarrollo de las competencias para la innovación y creatividad en estudiantes de educación superior”. Específicamente se estudiará cómo las metodologías TRIZ y QFD fortalecen la solución creativa de problemas mediante el desarrollo de las habilidades de innovación en los estudiantes, además de describir los aspectos culturales que propician u obstaculizan la innovación y la creatividad en las instituciones educativas en las que se estudia el fenómeno.

La metodología de este trabajo incluye el planteamiento del problema, la selección de la muestra, la recolección de datos y el análisis de los datos recabados. En la parte del planteamiento del problema se requirió de precisar las preguntas de investigación apoyándose en la literatura existente con el fin de fundamentar el problema mediante el marco teórico.

En la segunda etapa, se seleccionó la muestra de los sujetos que son apropiados para la investigación en dos instituciones de educación superior de la localidad. Se recabaron los datos pertinentes tanto de los estudiantes como de sus profesores, así como la forma en que se implementan las metodologías TRIZ y QFD. Finalmente, la etapa del análisis consistió en

examinar los datos por medio de inferencias, clasificación e interpretación de resultados obtenidos y la elaboración del informe final de investigación.

El estudio se delimitó por la siguiente pregunta de investigación:

*¿Cómo se pueden desarrollar competencias de innovación y creatividad en estudiantes universitarios de ingeniería?*

Por lo tanto, el propósito principal de este estudio será el describir si los estudiantes universitarios de ingenierías desarrollan competencias de innovación y creatividad a través de la combinación de las metodologías TRIZ/QFD para el apoyo de la creación de productos innovadores por parte de los estudiantes universitarios.

Bajo este enfoque se compararán los resultados entre estudiantes universitarios de pregrado y de posgrado de tres instituciones de educación superior mexicanas, con la finalidad de definir los factores que influyen dentro del desarrollo de las competencias, y a la vez tomando en cuenta factores asociados a la cultura institucional. Lo anterior enmarcado por un modelo educativo propicio para el desarrollo de las habilidades de innovación y creatividad.

### *Diseño de la Investigación*

De acuerdo con el marco teórico y al planteamiento de la pregunta de investigación, el presente estudio será basado en el enfoque mixto o multimodal. Hernández, Fernández-Collado y Baptista (2006) mencionan que el enfoque mixto es un proceso de investigación que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para responder a un planteamiento del problema. De esta forma se puede lograr una perspectiva más precisa del fenómeno.

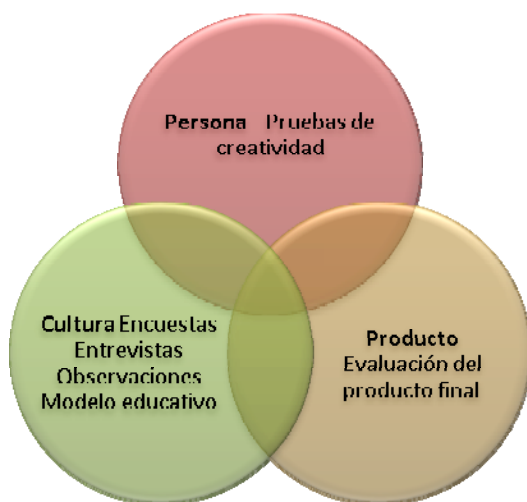
Por la naturaleza de investigación, es necesario constituir un nivel de integración del enfoque cuantitativo y cualitativo para llegar a una respuesta concreta sobre la pregunta de

investigación, por lo que se utilizarán una serie de instrumentos que demostrarán el grado en que esas suposiciones o ideas tienen fundamento y a la vez, generar nuevas ideas.

Para efectos de la presente investigación, el enfoque cuantitativo tuvo un diseño cuasi-experimental con un análisis estadístico de datos con el fin de evidenciar diferencias entre los grupos de estudiantes.

Por otra parte, el enfoque cualitativo permitió obtener una orientación hacia la forma en que la metodología TRIZ y QFD se aplican como estrategia de enseñanza en contextos universitarios diferentes. Y para complementar el estudio, se tomó en cuenta el aspecto cultural universitario en relación al desarrollo de las habilidades de innovación y creatividad.

Como se mencionó en el capítulo 2, Cropley (2001) señala que la creatividad puede ser vista desde tres ángulos: persona, proceso y productos, y Eysenck (1994) menciona que en el estudio de la creatividad se incluyen cuatro componentes que son proceso creativo, producto creativo, persona creativa y situación creativa. Basados en estos autores y dada la naturaleza de la investigación, la información será analizada bajo tres dimensiones que se pueden visualizar en la figura 2:



## Figura 2. Dimensiones de la investigación

A continuación se explica brevemente el contenido cuantitativo y cualitativo de la presente investigación.

### *Enfoque cuantitativo*

Avila (2006) menciona a Campbell y Stanley (1969) diciendo que un diseño cuasi-experimental no tiene el alcance de un experimento puro debido a que en los cuasi experimentos el investigador no puede asignar a los sujetos de manera aleatoria a los diferentes grupos. Para Hernández et al (2006), los cuasi-experimentos son aquellas situaciones en las que se manipula deliberadamente al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes.

En éste tipo de diseño, los sujetos no se asignan al azar, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento, los autores mencionan que son grupos intactos ya que las razones por la que agruparon y los criterios para su formación son totalmente independientes del control del experimentador. De esta forma el investigador solo toma estos grupos ya formados para aplicar el experimento.

Para efectos de este estudio, se tomarán grupos académicos que ya están integrados, por lo que los sujetos no se asignarán al azar ni por apareamiento aleatorio. La carencia de aleatorización de los sujetos implica la presencia de posibles problemas de validez tanto interna como externa, es decir, la validez interna se ve afectada por el fenómeno de selección arbitraria y el proceso de maduración. Por otra parte, la validez externa se ve afectada por la variable población, debido a ello, resulta difícil determinar a qué población pertenecen los grupos. A su vez, la estructura de los diseños cuasi-experimentales implica usar un diseño con preprueba-

posprueba (Avila, 2006). Para Kerlinger y Lee (2002) el diseño pre y postprueba es utilizado para estudiar cambios en el tiempo.

Por el tipo de datos de la presente investigación, se consideró que dentro del enfoque cuantitativo existen los datos paramétricos y los no paramétricos. Para Kerlinger y Lee (2002), una prueba estadística paramétrica, depende de un número de supuestos sobre la población de donde se obtienen las muestras utilizadas en la prueba. El supuesto más conocido es que las puntuaciones de la población están distribuidas normalmente. Una prueba estadística no paramétrica o libre de distribución no depende de supuestos sobre la forma de la población de la muestra o de los valores de los parámetros de la población. Por ejemplo, las pruebas no paramétricas no dependen del supuesto de normalidad de las puntuaciones de la población.

Para Sánchez (2004), los paramétricos suponen que los datos que se analizan siguen una distribución normal (Gaussiana). La validez de esta hipótesis se basa en el teorema central del límite, que postula que la distribución muestral de la media puede ser aproximadamente normal aunque la población de referencia tenga una distribución muy diferente. La aproximación mejora a medida que el tamaño de la muestra aumenta. Existen algunas restricciones en donde no se puede asumir los supuestos requeridos por desconocerse la distribución de la variable estudiada o porque la muestra es muy pequeña. Lo anterior hace que no se cumplan las restricciones de las pruebas paramétricas.

En cualquiera de los casos anteriores hay que buscar técnicas alternativas que permitan darle solución a estas situaciones de forma eficiente. Surge entonces la necesidad de desarrollar una serie de técnicas estadísticas que tengan un mínimo de restricciones, a estas técnicas se les conoce como métodos no paramétricos.

Según Sánchez (2004), hay dos indicaciones para inferir las pruebas no paramétricas:

1. Cuando la prueba clásica correspondiente no es válida
2. En aplicaciones en donde la prueba clásica es razonablemente válida, pero un estimador no paramétrico puede ser más eficiente.

Entre las ventajas del uso de los métodos no paramétricos se encuentran:

1. Tienen mayor eficiencia en los métodos paramétricos en distribuciones asimétricas, o sea, cuando hay valores atípicos
2. Tienen validez en el sentido de que su nivel de confiabilidad es realmente el especificado en la mayoría de las pruebas
3. Generalmente son de cómputo mucho más fácil que las técnicas estadísticas clásicas
4. Son aplicables en situaciones donde los procedimientos clásicos no son aplicables
5. Aún y cuando se cumplan los requisitos para realizar una prueba paramétrica, si la muestra es pequeña, la eficiencia relativa de la prueba no paramétrica es alta.

Es decir, las pruebas paramétricas es un método donde la distribución de muestreo es conocida, y las no paramétricas no requiere conocimiento de la distribución del muestreo estadístico.

Según Kerlinger y Lee (2002) el supuesto más conocido es el de normalidad. Se asume que las muestras con las que se trabaja han sido extraídas de poblaciones normalmente distribuidas. Se supone que cuando existe duda del supuesto de normalidad, o cuando se sabe que la población no es normal, debe utilizarse una prueba no paramétrica que no se base en el supuesto de normalidad.

Cabe mencionar que la presente investigación fue realizada bajo un análisis descriptivo e inferencial. El análisis descriptivo se basó en datos socio demográficos de la muestra, el análisis inferencial tuvo lugar para las comparaciones entre los datos de las diferentes pruebas.

### *Enfoque cualitativo*

En el enfoque cualitativo según Hernández et al (2006), los datos se recolectan y se analizan en paralelo con la recolección, el análisis no puede seguir un patrón, y tampoco existe un procedimiento estándar. Sin embargo los autores mencionan que existen procedimientos que se pueden tomar en consideración como son las representaciones, visualizaciones, descripciones, clasificaciones, interpretaciones, entre otras.

Bajo esta perspectiva, se realizaron observaciones en el aula que permitieron indagar sobre el comportamiento de los alumnos cuando en el salón de clases se aplican las metodologías TRIZ/QFD, su percepción ante las metodologías, el grado de dominio del profesor y el desarrollo de la clase en general. Además se realizaron entrevistas guiadas a los profesores expertos en la impartición de las metodologías TRIZ/QFD, para obtener mayor cantidad de datos sobre el tema. Así mismo se aplicó una encuesta a los alumnos de la muestra con objeto de indagar sobre su percepción sobre las metodologías TRIZ/QFD en el desarrollo de innovación y creatividad junto con su aplicación laboral, la sensación que tienen de la educación enfocada a la creatividad e innovación y la percepción sobre su propia institución educativa.

Con el fin de complementar la investigación, otro factor estudiado fue el proceso de generación de un prototipo que integrara los conocimientos adquiridos durante el periodo escolar. Para su evaluación se utilizó una serie de indicadores en función a las metodologías TRIZ y QFD, que representó la valía del producto desarrollado y que permitió medir el grado de innovación integrado en el producto.

### *Contexto socio-demográfico*



La investigación se realizó en dos instituciones de educación superior privadas en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, y una en Cd. Juárez, Chihuahua, (todas pertenecientes a México). La inclusión de dichas instituciones en la investigación fue realizada bajo dos necesidades:

1. Contaban con cursos en donde se enseñaban las metodologías TRIZ y QFD de forma periódica como estrategias de enseñanza para estudiantes de pregrado y posgrado de diversas carreras.
2. En el período académico en que fue realizada la investigación se encontró con que estas universidades estuvieron dispuestas a participar.

Las universidades participantes fueron:

- Tecnológico de Monterrey (ITESM), Campus Monterrey
- Tecnológico de Monterrey (ITESM), Campus Ciudad Juárez
- Universidad de Monterrey (UDEM)

Para facilitar la investigación, se harán las siguientes referencias:

- Universidad A, como el Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey
- Universidad B, como el Tecnológico de Monterrey, Campus Cd. Juárez
- Universidad C, como la Universidad de Monterrey

La Universidad A es privada, cuenta con estudiantes de clase media y alta. Fundada en septiembre de 1943, actualmente cuenta con 33 campus, 7 sedes internacionales y 13 oficinas internacionales de enlace. En su visión 2015 hace referencia a ser la institución más reconocida de América Latina por el liderazgo de sus egresados en los sectores privado, público y social; y por la investigación y desarrollo tecnológico que realiza para impulsar la economía basada en el conocimiento, generar modelos de gestión e incubación de empresas, colaborar en el

mejoramiento de la administración pública y las políticas públicas, y crear modelos y sistemas innovadores para el desarrollo sostenible de la comunidad, (Tecnológico de Monterrey, 2007)

Su misión tiene por tarea formar personas íntegras, éticas, con una visión humanística y competitiva internacionalmente en su campo profesional, que al mismo tiempo sean ciudadanos comprometidos con el desarrollo económico, político, social y cultural de su comunidad y con el uso sostenible de los recursos naturales, a través de sus programas educativos y de investigación y desarrollo.

Uno de sus objetivos radica en promover la competitividad internacional de las empresas con base en el conocimiento, la innovación, el desarrollo tecnológico y el desarrollo sostenible. La universidad A cuenta con 44 carreras profesionales en diversas áreas de estudio, 53 maestrías y 10 doctorados (Tecnológico de Monterrey, 2007).

La Universidad B forma parte del sistema Tecnológico de Monterrey, debido a la necesidad de contar con profesionistas capacitados que ayudaran al desarrollo de Ciudad Juárez surgió ésta universidad en 1983, actualmente cuenta con: ssecundaria bilingüe y multicultural, ppreparatoria bilingüe y multicultural, 10 carreras profesionales, 24 maestrías, 1 doctorado, cursos, seminarios, y diplomados, cursos de idiomas. La misión y visión son las mismas mencionadas anteriormente.

Respecto a la Universidad C, es una institución privada que inició sus actividades desde 1969 con el objetivo de formar alumnos con visión humanista y de excelencia. Declaran en su visión 2010 ser una de las cinco mejores universidades de inspiración católica del continente americano y la mejor de México. Aunado a lo anterior, cuenta con diversas acreditaciones sobre sus programas académicos, además tiene un centro de incubación y desarrollo empresarial en donde promueven la cultura emprendedora de sus estudiantes apoyando la internacionalización y la innovación, (Universidad de Monterrey, 2007).

Su oferta académica es de 56 programas divididos entre bachillerato, profesional, posgrado y especialidades médicas. A nivel profesional cuenta con el 72% de la población total. Basados en una comunidad educativa de inspiración católica, forma integralmente al estudiante para que se desempeñe con plenitud en los diferentes ámbitos de la vida y encuentre la trascendencia en el servicio a los demás. Además., mantienen un respeto al medio ambiente y a los seres humanos rechazando cualquier privilegio o discriminación.

Divide sus carreras profesionales en 5 áreas que son: Arquitectura, Diseño e Ingeniería, Ciencias de la salud, Derecho y Ciencias Sociales, Educación y Humanidades y Negocios, siendo un total de 32 carreras profesionales y 14 posgrados.

#### *Variables de estudio*

Una variable, según Ávila (2006) es una propiedad, característica o atributo que puede darse en ciertos sujetos o pueden darse en grados o modalidades diferentes, como por ejemplo, la estatura, la edad, el cociente intelectual, la temperatura, el clima, entre otras, son conceptos clasificatorios que permiten ubicar a los individuos en categorías o clases y son susceptibles de identificación y medición. Se dividen en dependientes e independientes.

La variable independiente es aquella característica o propiedad que se supone ser la causa del fenómeno estudiado, mientras que la dependiente es una propiedad o característica que se ve afectada y sufre cambios en consecuencia a la variable independiente. Es decir, la variable dependiente es el factor que es observado y medido en los experimentos y con ello se permite determinar el efecto de la variable independiente.

En la presente investigación se consideran como variable independiente la utilización de las metodologías TRIZ y QFD como estrategias de enseñanza, y las variables dependientes serán

el incremento ó decremento en la creatividad e innovación para la solución de problemas y la creación de nuevos productos y la cultura en tres contextos institucionales diferentes. A continuación se muestran las variables de estudio con su definición conceptual, la definición operacional y los indicadores de medición.

Variable. Metodología TRIZ/QFD como estrategia de enseñanza

Definición conceptual: TRIZ: Identificación de formas lógicas de agrupar principios creativos basados en contradicciones técnicas que han sido estudiadas. Es usada como generación de ideas innovadoras para solución de problemas (León, 2003). QFD: Es un sistema que se enfoca en el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de sus clientes, (Asociación Latinoamericana de QFD, 2007).

Definición operacional: Habilidades en solución creativa de problemas y en la generación de respuestas innovadoras con enfoque en el cliente.

Indicadores de medición: Evaluación de metodologías TRIZ/QFD aplicadas a un prototipo final y la evaluación del producto innovador a través de la metodología del Premio Tecnos. En la tabla 9 se muestra los parámetros a evaluar la aplicación del TRIZ y QFD:

Tabla 9

Aspectos a evaluar de las metodologías QFD y TRIZ

<b>Evaluación de aplicación de QFD</b>	<b>Evaluación de aplicación de TRIZ</b>
Aplicación del diagrama de QFD (casa de la calidad)	Nivel 1. Mejora
Evaluación comparativa de productos competitivos (benchmarking), con reporte de materiales y procesos de fabricación usados	Nivel 2. Resolver una contradicción técnica (40 principios de inventiva)
Definición de variables a medir	Nivel 3. Resolver una contradicción física (4

---

	separaciones)
Apegado a la realidad	Nivel 4. Nueva tecnología (romper paradigmas o cambios de tecnologías)
Factible	Nivel 5. Nuevo fenómeno (nuevas ciencias)
Que los costos no se disparen	
Reflexión e interpretación de los resultados del QFD para el desarrollo de productos	

---

Con respecto al TRIZ, para el caso de los alumnos de pregrado se identifican contradicciones técnicas en el diseño y se evaluarán las soluciones creativas. En el caso de los grupos de posgrado el nivel de complejidad será el segundo y tercero, (Nivel 2. Resolver una contradicción técnica (40 principios de inventiva), Nivel 3. Resolver una contradicción física (4 separaciones)), lo que hará que el estudiante amplíe su capacidad innovadora y la habilidad de identificar y resolver problemas de inventiva.

Dadas las condiciones del período académico en cuanto al tiempo y a las condiciones de cada profesor en la enseñanza de la metodología TRIZ, sólo se evaluará:

- Contradicciones físicas
- Contradicciones técnicas (40 principios de inventiva)
- Principios de inventiva
- Parámetros de diseño
- Matriz TRIZ

(Dependiendo de los grupos de pregrado y posgrado)

En el caso de la evaluación del producto innovador, se utilizará los Criterios Generales de Evaluación de Producto Innovador, (Premio Tecnos, 2007), la tabla 10 muestra los criterios a evaluar y la definición de cada uno de ellos:

Tabla 10

Criterios Generales de Evaluación de Producto Innovador, (Premio Tecnos, 2007).

<b>Criterio</b>	<b>Definición</b>
<b>1. Niveles tecnológicos</b>	<p><b>Nivel 1.</b> Estándar (buena solución mediante métodos conocidos en el campo, es muy elemental, no nuevo, es una contribución, no una invención real).</p> <p><b>Nivel 2.</b> Mejora. (Desarrollo de un sistema existente, usualmente con algún grado de avance y complicación. Los métodos dentro de la misma industria o relacionada.</p> <p><b>Nivel 3.</b> Invención o innovación dentro del paradigma, asunto comercia (trade or matter) (Mejoras fundamentales o esenciales de sistemas existentes utilizando métodos de otros campos).</p> <p><b>Nivel 4.</b> Invenciones fuera del paradigma de creación de una nueva generación de sistemas existentes cambiando el principio de comportamiento de la función primaria “Soluciones no tecnológicas, pero científicas”</p> <p><b>Nivel 5.</b> Descubrimiento, pioneros en la invención de un nuevo sistema. Usualmente basado en un gran descubrimiento, como una nueva ciencia, es el tipo de descubrimiento que mueve el mundo. La mejora de esto aumenta el nivel 4.</p>
<b>2. Singularidad. Originalidad en las contribuciones tecnológicas del trabajo participante.</b>	<p>¿Qué tantos trabajos similares existen?</p> <p>Es el resultado de búsquedas tecnológicas (con base en patentes, trabajos similares en Internet) y el grado de ser ideal (Cualidades altamente favorables que pueden ser obtenidas)</p>
<b>3. Valor agregado.</b>	<p>En qué grado de relevancia resuelve la necesidad o resuelve el problema del mercado o de la comunidad. Como impulsar la mejora de las actividades productivas, la ventaja competitiva tecnológica que genera. Efectos en la productividad.</p>
<b>4. Factores económicos.</b>	<p>¿Genera empleos? ¿Disminuye los costos operativos? ¿Se obtienen otros beneficios?</p>
<b>5. Impacto o importancia.</b>	<p>La contribución a la empresa, comunidad o sociedad, el impacto ecológico y las mejoras en la calidad de vida.</p>
<b>6. Calidad de la documentación.</b>	<p>Calidad en la presentación de la información, integración (estructura de contenido, secuencia lógica de ideas) Escritura y ortografía. Relevancia de referencias (búsqueda tecnológica, bibliografía, justificación del uso de apoyos gráficos de información e importantes anexos de apoyo)</p>

Variable. Cultura

Definición conceptual: Patrones de valores, ideas y otros sistemas simbólicos como factores en la conducta humana, (Brown y Ulijin, 2004).

Definición operacional: Percepción de los alumnos respecto a la institución educativa, percepciones de los profesores en la enseñanza de las metodologías TRIZ y QFD, junto con la práctica docente.

Indicadores de medición: La tabla 11 muestra los indicadores de medición sobre los aspectos culturales:

Tabla 11

Indicadores de medición sobre aspectos culturales.

<b>Prueba de percepción de los alumnos respecto a su institución educativa</b>	<b>Entrevista a profesores</b>	<b>Encuesta a los alumnos</b>	<b>Observaciones en el salón de clases</b>	<b>Modelo educativo</b>
Aceptación de los estudiantes en el círculo universitario	Tiempo de enseñanza del TRIZ y QFD a alumnos universitarios	Uso de TRIZ y QFD para el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad	Desempeño de la clase Desempeño del maestro	Práctica docente
Atracción de los estudiantes a la universidad	Objetivo de enseñar TRIZ y QFD en la clase	Experiencia al aplicar TRIZ y QFD en el prototipo final	Comportamiento de los alumnos	
Los lugares que rodean la universidad	Entendimiento de las metodologías por parte de los alumnos	Aumento de la capacidad para generar soluciones creativas		
Opciones de empleo				
Opciones de diversión	Experiencia al enseñar las metodologías TRIZ/QFD a los alumnos	TRIZ y QFD como metodologías útiles en el desempeño laboral		
Medios publicitarios				
Filosofía de construcción de				

<b>Prueba de percepción de los alumnos respecto a su institución educativa</b>	<b>Entrevista a profesores</b>	<b>Encuesta a los alumnos</b>	<b>Observaciones en el salón de clases</b>	<b>Modelo educativo</b>
edificios en la universidad	Habilidades que desarrolla el TRIZ/QFD	Educación universitaria enfocada para desarrollar creatividad e innovación		
Fuente de orgullo de la universidad	Grado de comprensión de ambas metodologías	Apoyo del país a la innovación		
Cultura universitaria	Seleccionan de los proyectos a realizar			
Apertura de los dirigentes de la universidad	Aplicación de las metodologías en el prototipo final			
	Apoyo del TRIZ y QFD en la vida laboral			
	Elementos educativos necesarios para desarrollar creatividad por medio de la enseñanza de TRIZ y QFD			
	Fomento de la creatividad e innovación en los alumnos			
	Reto de ser creativos e innovadores			
	Ambiente universitario propicio para el desarrollo de estas habilidades			



Variable. Aumento de la solución creativa de problemas.

Definición conceptual: Se define como una capacidad efectiva en la solución creativa de problemas y la respuesta innovadora para la mejora continua de productos y servicios, (Aguerrondo, 2004).

Definición operacional: Desarrollo de habilidades de innovación y creatividad

Indicadores de medición: El desarrollo de habilidades de innovación y creatividad se medirá por medio del puntaje que los estudiantes obtengan en las siguientes pruebas:

Prueba CREATRIZ (Anexo A) y de personalidad creativa (Anexo B). Los reactivos que miden estas pruebas se agrupan en la tabla 12:

Tabla 12

Factores que miden las pruebas CREATRIZ y Personalidad Creativa

<b>CREATRIZ</b>	<b>Personalidad Creativa</b>
Valores	Concentración en la tarea
Dependencia sobre opiniones externas	Visión
Aceptación de debilidades	Emprender cosas nuevas
Seguridad en sí mismo	Seguridad en sí mismo
Ideas creativas y relación con opiniones externas	Sensación de soledad
Actitud hacia la vida	Sensibilidad al medio ambiente
Percepción de las personas	Investigador
Libertad de actuación	Temor a las críticas
Sensación de soledad	Nivel de frustración ante situaciones diversas
Autosuficiencia	Nivel de imaginación
Comportamiento ante las situaciones	Personalidad rutinaria
	Ser independiente
	Obsesión por las nuevas ideas
	Aceptación personal
	No convencional

Las anteriores son las variables a tomar en cuenta dentro del presente estudio. A continuación se muestra la población y muestra.

### *Población y muestra*

En el caso de la presente investigación la muestra que será utilizada es la no probabilística, dado que como menciona Hernández et al (2006), la selección de elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. No se debe pasar por alto que aunque sea una muestra no probabilística, las selecciones tienen ciertos criterios similares de investigación. Se seleccionó dos muestras, una relacionada con los alumnos y otra con profesores. Los criterios de los grupos de alumnos fueron establecidos con respecto a lo siguiente:

Para los grupos experimentales:

- La exposición de los grupos a las metodologías TRIZ/QFD
- Grupos homogéneos en edades y género (excluyendo grupos de posgrado)
- Grupos que tuvieran como finalidad del curso la construcción de un prototipo final innovador

Para el grupo de control:

- Grupo que no usara las metodologías TRIZ/QFD
- Grupo homogéneo en edad y género con los grupos experimentales (excluyendo grupos de posgrado)

La parte de la muestra de los alumnos fue un total de seis grupos, de los cuales hubo un grupo de control y cinco experimentales, entre ellos figuran dos grupos de posgrado. La investigación se realizó en cada uno de los grupos en el periodo académico Agosto-Diciembre 2007 para las universidades A, B y C, cumpliendo previamente con las características antes mencionadas. Dadas estas premisas, la cantidad de alumnos por cada grupo dependerá de factores

de cada institución, es decir, depende de las políticas, reglas y procedimientos escolares de cada una de las instituciones.

La otra parte de la muestra fueron los profesores que enseñaron las metodologías TRIZ y QFD a los alumnos de la muestra. Tomando en cuenta dichos elementos, fueron arrojados los resultados que permitieron comparar los grupos de pregrado y posgrado entre las universidades A, B y C con el fin de encontrar las principales diferencias en la efectividad de la aplicación de las metodologías TRIZ/QFD en sus prototipos finales, el desarrollo de las habilidades de innovación y creatividad, además de los aspectos culturales que sobresalen en la comparación de los resultados por cada institución.

#### *Sujetos de investigación*

El grupo de control contó con estudiantes de pregrado de la carrera de Ingeniero Industrial y de Sistemas (IIS) en la universidad A cursando entre el 6° y 9° semestre de su carrera. La investigación se realizó en la clase “Administración de la producción II”

En los dos grupos experimentales de estudiantes de pregrado de la universidad A, se encontró las carreras de Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero Mecánico Electricista (IME), Ingeniero en Mecatrónica (IMT) y Licenciado en Diseño Industrial (LDI), cursando entre el 4° y el 7° semestre de sus carreras profesionales, la investigación se centró en la clase de “Metodologías de diseño”.

El grupo experimental de estudiantes de posgrado de la universidad A tuvo carreras de Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero Mecánico Electricista (IME), Ingeniero en Mecatrónica (IMT) e Ingeniero Industrial Administrador (IIS) cursando la Maestría en Ciencias en Sistemas de Manufactura (MSM), en diversos semestres. El grupo estuvo integrado por personas en su mayoría becados. La clase que se investigó se llamó “Análisis y diseño de productos”.

Respecto al grupo experimental de estudiantes de posgrado de la universidad B, contó con carreras de Ingeniero Industrial y de Sistemas (IIS) e Ingeniero Mecánico Electricista (IME)

cursando la Maestría en Dirección para la Manufactura, en la clase de Análisis y diseño del producto. El grupo estuvo integrado por personas que trabajan en la industria, la mayor parte, en puestos gerenciales.

En lo que respecta al grupo experimental de estudiantes de pregrado de la universidad C, tuvo carreras de Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero Mecánico Electricista (IME), Ingeniero en Mecatrónica (IMT), Licenciado en Diseño Industrial (LDI) y Arquitectura. Los semestres variaban entre el 5° y 9°. La investigación se centró en la clase “Toma de decisiones en el desarrollo del producto”.

Por otra parte, respecto a los expertos en el manejo de las metodologías TRIZ y QFD que dieron clase en los grupos muestra, fueron profesores que tienen como característica principal el conocimiento profundo de las metodologías TRIZ y QFD, junto con la experiencia en su aplicación.

Para el análisis de los sujetos de investigación se agrupó la muestra en un total de seis grupos clasificados como sigue en la tabla 13:

Tabla 13.

Clasificación de los grupos de la muestra

<b>Grupos</b>	<b>Universidades</b>
1	Grupo control de la Universidad A
2	Grupo a experimental pregrado de la Universidad A
3	Grupo b experimental pregrado de la Universidad A
4	Grupo experimental pregrado de la Universidad C
5	Grupo experimental posgrado de la Universidad A
6	Grupo experimental posgrado de la Universidad B

Esta clasificación será utilizada en el análisis de datos.

### *Hipótesis*

Las hipótesis según Kerlinger y Lee (2002, p. 23), son un enunciado conjetural de la relación entre dos o más variables. Las hipótesis siempre se presentan en forma de enunciados declarativos y relacionan, de manera general o específica, variables con variables. En el mismo

orden de ideas, en la presente investigación se sometieron a prueba las relaciones entre la variables que se observaron, de esta manera se pretendió demostrar que dichas relaciones son probablemente verdaderas.

De acuerdo al alcance de la presente investigación, se pretendió relacionar las diferentes variables y obtener resultados que permitieran contestar la pregunta de investigación. Por lo tanto, las hipótesis son las siguientes:

*H1: Los grupos presentan un incremento en los puntajes de las pruebas CREATRIZ, personalidad creativa, y percepción del alumno de su ambiente universitario con respecto a la pre y post prueba*

*H2: Existe diferencia entre los grupos experimentales con respecto al grupo de control*

*H3: Existe diferencia entre los grupos experimentales (con respecto de sus características propias)*

*H4: Existe diferencia entre los grupos experimentales de pregrado y de posgrado*

*H4: Existe diferencia en el incremento del puntaje pre y post prueba entre las carreras representadas en los grupos de la muestra*

A partir de estas hipótesis, se pretendió obtener información que permitiera conocer, por medio de pruebas de creatividad, el incremento o decremento de la creatividad sobre los grupos de la muestra, la diferencia entre el grupo de control y los experimentales, la comparación entre estos últimos, y el contraste entre los grupos de posgrado. Así mismo, se dedujo si las condiciones culturales de la universidad con el alumno, son capaces de influenciar en el grado de creatividad e innovación.

### *Instrumentos*

Dada la naturaleza mixta de este estudio, se utilizaron los siguientes instrumentos para la recolección de datos:

- Ficha de identificación del alumno
- Dos pruebas de creatividad, (CREATRIZ y personalidad creativa)

- Prueba sobre la percepción del estudiante sobre la institución educativa
- Encuesta sobre creatividad e innovación a los estudiantes de la muestra
- Registros de observación de aula
- Entrevistas con profesores
- Evaluación de prototipo final

A continuación se explica cada uno de ellos.

#### *Ficha de identificación del alumno*

Por la naturaleza del presente estudio, a cada alumno se le pidió que proporcionaran los siguientes datos en su ficha de identificación:

- Nombre completo
- Edad
- Lugar de nacimiento
- Estado civil
- Género
- Carrera profesional
- Semestre que cursa
- Trabajo actual
- Conocimiento de las metodologías TRIZ/QFD y aplicación

Para el caso de los alumnos de posgrado además de los anteriores, se pidieron los siguientes datos:

- Trabajos anteriores
- Años de experiencia laboral
- Si cuentan con una beca para estudios de maestría

Lo anterior como parte de la información preliminar que se requiere para comenzar la investigación.

### *Prueba CREATRIZ*

La prueba CREATRIZ es relacionada como única en el sentido de que no hay nada comparable en el campo de creatividad, toma de riesgo o innovación, según lo expresa The Richard Byrd Company (2005). Esta prueba fue desarrollada en los años 70's, desde entonces ha sufrido cambios robustos dado que ha llegado a actualizar la prueba para su uso en estos tiempos.

CREATRIZ toma conceptos de creatividad, toma de riesgo e innovación haciéndolos entendibles y concretos con el fin de que tanto individuos como organizaciones pueden incrementar la capacidad de innovación apalancando su propio conocimiento y sus resultados de las siete personalidades (en la matriz) de creatividad y toma de riesgo. Es necesario aclarar que el inventario de la CREATRIZ no tiene respuestas verdaderas o falsas, además, la empresa se ha dedicado a realizar estudios con el fin de proveer la guía necesaria para su desarrollo y actualización (The Richard Byrd Company, 2005).

### *Descripción*

La prueba CREATRIZ se enfoca a la identificación de tendencias individuales como apoyo a las organizaciones por medio del análisis de personalidades, está diseñada para ayudar a los miembros de una organización a explorar algunas características que pueden afectar a la forma en que ellos contribuyen al éxito de la misma, específicamente, ayuda al individuo a determinar el grado en que posee dichas características.

Así mismo, la prueba se caracteriza porque cada categoría de resultados tiene fuerzas y debilidades, además de la implicación en toma de riesgo y creatividad. Para presentar nuevas

ideas la persona creativa deberá ser a veces arriesgada, es decir, que impulsa una idea con tenacidad hacia alguien más poniendo de cierta manera en peligro su seguridad, su reputación o su autoestima.

Aunque la prueba fue diseñada principalmente para aplicarse en empresas, se ha tomado la decisión de aplicar este mismo cuestionario a los alumnos de las universidades en cuestión, dado que las preguntas que se manejan pueden ser aplicadas en diversos ámbitos ya que tienen matices generales que corresponden a la profundidad de la presente investigación.

*¿En que se basó el autor para elaborarla?*

La prueba fue realizada como necesidad para apoyar el diagnóstico de negocios y evaluar sus fortalezas y debilidades, y de esta forma encaminar a la empresa para que sea más competitiva. Las herramientas de diagnóstico permiten que los administradores y terceros tengan un rápido entendimiento de las cuestiones que enfrenta la empresa. Una inferencia implícita del instrumento ha sido que a través del tiempo la gente desarrolla una predisposición general hacia la creatividad y toma de riesgo.

*¿Cómo se aplica?*

La prueba es aplicada en papel. Está formada por 28 preguntas dobles relacionadas con aspectos de percepción, sentimientos y habilidades creativas. Cada pregunta cuenta con una escala de Likert del 1 al 9, donde el 9 es totalmente de acuerdo, el 5 acuerdo moderado y el 1 es totalmente en desacuerdo. Los números restantes deberán ser utilizados para ubicar los diversos grados de acuerdo. Al finalizar cada hoja existe una sumatoria por partes, que será tomada en cuenta para la sumatoria final.



### *¿Cómo se califica?*

Dentro de las instrucciones para contestar la prueba se menciona que después de leer cada aseveración el sujeto proporcione un número del uno al nueve en un determinado espacio, como en la escala de Likert antes mencionada, el “9” indica que está **TOTALMENTE DE ACUERDO**, el “5” indica un **ACUERDO MODERADO** y los números restantes deberán ser usados para indicar diversos grados de acuerdo. La prueba no tiene límite de tiempo, al finalizarla el sujeto hace una sumatoria total de las respuestas dadas.

La segunda parte de la prueba se refiere a la interpretación de las orientaciones, que pretende medir la orientación al riesgo y el sentido de la creatividad de las personas en las organizaciones, y ayuda a saber por qué unas empresas se estancan y mueren, mientras que otras toman riesgos excesivos y terminan en la quiebra, y otras más son entre moderada y extremadamente exitosas.

Según sugiere la prueba, la creatividad y orientación al riesgo de una persona pueden ser graficadas en una matriz. El eje vertical indica el grado en el cuál el individuo generalmente maneja un nivel de bajo riesgo, mediano o alto. El eje horizontal indica el grado de sus habilidades creativas. La **CREATRIZ** está dividida en ocho zonas, (ver figura 3), cada una de las cuales representa una orientación creatividad/toma de riesgo. Sin embargo existen áreas intermedias, pero para efecto de contraste, ilustración y claridad, solamente se describen ocho orientaciones puras.

Las cuatro orientaciones en las esquinas representan personas con rangos extremadamente altos o extremadamente bajos en creatividad ó toma de riesgo.

Cuando los tipos extremos se vuelven más socializados:

- Los “Repetidores” (baja creatividad, baja toma de riesgo) se convierten en “Modificadores”.
- Los “Retadores” (baja creatividad, alta toma de riesgo) se convierten en “Prácticos”.

- Los “Innovadores” (alta creatividad, alta toma de riesgo) se convierten en “Sintetizadores”
- Los “Soñadores” (alta creatividad, baja toma de riesgo) se convierten en “Planeadores”

Cuando se procede a graficar las puntuaciones en la matriz, se transfiere el gran total de la columna izquierda del inventario (parte 1) al punto correspondiente en el eje vertical de la CREATRIZ. Se traza una línea horizontal que cruce este punto. El punto de intersección de las dos líneas indicará su orientación creativa/toma de riesgo.

En la interpretación de los resultados, la CREATRIZ presenta un análisis detallado de cada orientación. Cuando el sujeto estudie su propia orientación, tiene que tomar en cuenta que dichas interpretaciones están basadas en solo dos variables de su personalidad y conducta. No obstante, le proporcionará una ventana a través de la cual se podrá examinar a sí mismo teniendo en cuenta los múltiples factores que hacen que el individuo sea lo que es.

La figura 2 ubica la personalidad del sujeto que realiza la encuesta. Como se puede observar, se incluyen las ocho personalidades antes mencionadas. En el eje vertical se maneja la toma de riesgo, y en el horizontal el nivel de creatividad. Con la sumatoria de la prueba, el sujeto puede ubicar en la matriz su posición graficando su puntaje y ubicando un punto dentro de estos factores.

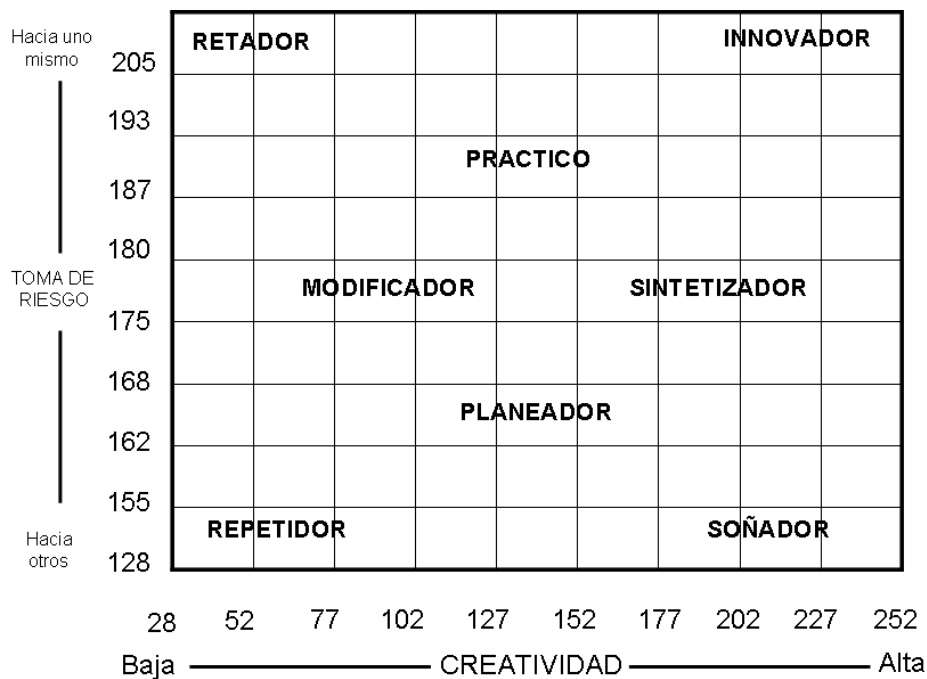


Figura 3. Orientaciones de la CREATRIZ

A continuación se hace referencia de la descripción de las orientaciones:

1. **Repetidor:** Son muy responsables de lo que otros piensan y pocas veces usan su imaginación. Sin embargo, rara vez hacen aproximaciones que no son convencionales. Rara vez ven la necesidad de planeación, porque el pasado generalmente tiene las mejores lecciones. Ellos usualmente apoyan métodos de control, estandarización, estudio de tiempos, métodos de ingeniería industrial, control de calidad, y simplicidad de líneas de producción. Ellos se resisen a las nuevas técnicas y sistemas como la computación y la cibernética, pero están ansiosos por agradar.

2. **Modificador:** Son de algún modo creativos y están en la porción central de la curva normal de la toma de riesgo, toman lo que es y le agregan más. Rara vez descubren o le dan un nuevo uso a un objeto viejo. Tienen la tendencia de agregar párrafos a manuscritos o de

pintar los muebles de un color que se vea menos sucio. Rara vez son vistos como amenaza para otros y generalmente son valorados en sus organizaciones.

3. **Retador:** Son personas que consistentemente toman riesgos aportando pocas ideas nuevas. Se desesperan cuando los cambios son lentos. Algunas veces parecen ser negativos o por lo menos quieren cambiar las cosas solo a su manera. Es una situación de grupo, el retador es una persona que presenta un análisis excelente que explica porqué no va a funcionar. Este tipo de personas casi nunca tiene mejores ideas, sin embargo, las ideas que proponen otras personas nunca les parecen a ellos. La energía del retador espera las verdaderas ideas creativas del Soñador, quien tiene aversión a tomar riesgos. Al igual que al repetidor le faltan ideas originales, sin embargo al igual que el innovador, tiene motivación propia y también iniciativa.

4. **Práctico:** Es una persona que califica como alto en tomar riesgos y es creativo en forma moderada. Hace que funcionen las ideas porque toma riesgos. Se manifiesta a menudo como gerente efectivo. Le gusta tomar ideas y conducirlas a través de los muros burocráticos de la organización. Debido a que es creativo moderado, puede reconocer el talento del innovador, sintetizador y planeador. Está orientado a convencer a los directores sobre la necesidad de llevar a cabo cambios sustanciales. Está orientado a resultados.

5. **Innovador:** Tiene alta calificación en creatividad y toma de riesgo. Siempre tiene ideas nuevas y con frecuencia desean renunciar a su empleo si no obtienen el apoyo de la organización. Tiene una gran gama de alternativas y cualquiera de ellas puede ser mejor que cualquier otra cosa que la organización está llevando a cabo. Intuye los productos de gran éxito, que deberán aceptarse de vez en cuando si una organización quiere competir verdaderamente. Está consciente de que los cambios abruptos al principio no son populares y lucha con todas sus fuerzas para que estos sean aceptados. Siempre se le admira y

probablemente se le teme, se le ve como radical y casi nunca encabeza la lista de los de más simpatía. Continúa creyendo en sus ideas aunque los demás no lo hagan. Cuando sus ideas no las acepta una organización, con frecuencia buscan el capital necesario para empezar sus propias empresas.

6. **Sintetizador:** Es una persona muy creativa y en general moderada en asumir riesgos. Se trata de gente orientada hacia las ideas y a la calidad. Ponen en práctica conceptual lo que otros piensan. Toman en cuenta combinaciones excepcionales de gente, programas o productos para desarrollar algo nuevo. Su talento se encuentra en tomar las ideas de otras personas, agregando algunas propias y posteriormente adecuando tales ideas a las situaciones existentes. Sus ideas nunca serán tan prácticas como las del Práctico, ni tampoco implementadas con tanta facilidad, pero desarrollará ideas de alta calidad, sin que estas lleguen a ser excepcionales como las del innovador. Prefieren los riesgos moderados. Piensan que las ideas por su propio peso producirán el cambio. Este punto de vista los hace parecer Soñadores o Planeadores ante aquellas personas que no entienden hasta que punto llegarán los Sintetizadores para vender sus ideas. Son innovadores socializados.

7. **Soñador:** Constituye el personal menos aprovechado de las organizaciones en cuanto a su capacidad. Se encuentra en el 16% más alto en creatividad y el 16% más alto en cuanto a asumir riesgos. Su cerebro se encuentra lleno de ideas descabelladas. Siempre tiene una mejor idea pero no la da a conocer a menos que se la solicite. Se encuentra incómodo en una compañía que saben que pudiera crecer con más rapidez al utilizar sus ideas, pero tienen miedo de expresarse abiertamente y tratar de convencer a la empresa de que sus enfoques son mejores.

8. **Planeador:** Tiende a estar orientado hacia los demás. Piensa en la forma en que las ideas creativas pueden ser implantadas. Busca que las ideas creativas sean operadas, pero carece

de la capacidad necesaria para tomar riesgos. El resultado es que puede hacer planes pero no los puede canalizar. Normalmente no son vistos como amenaza y son respetados por sus contribuciones. Con frecuencia encajan bien en un departamento de planeación, en una firma de arquitectura, en una firma de consultoría o como catedrático.

Uno de los objetivos de la prueba es medir los aspectos positivos y negativos de cada orientación, con el objeto de que el individuo tome en cuenta sus ventajas y desventajas y proceda a tomar acción sobre ellas. En la tabla 16 se presentan los aspectos positivos y negativos de las orientaciones:

Tabla 14  
Aspectos positivos y negativos de las orientaciones

Orientaciones	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Repetidor	No se ofenden por las tareas repetitivas No les importa que las tareas sean repetitivas, mientras que se les de un trato justo Son usualmente la columna vertebral de una organización y provee de funciones de control que son necesarias para una buena administración.	Algunas veces se resisten a los cambios Siguen ejecutando tareas innecesarias Tienden a usar métodos antiguos para tareas nuevas
Modificador	Se puede contar con ellos para las pequeñas mejoras necesarias para bajar los costos de producción, mercadeo y administración Sugieren como asentar la información en reportes o gráficas para que sea más fácil su interpretación Pueden cambiar la forma de un molde o usar algún tipo distinto de material Toman riesgos con moderación Hacen lo que quiere y después lo comentan Tiene la disposición de volver al procedimiento o política establecida originalmente si así se requiere Tienden a aportar mejoras seguras	No se puede contar con ellos para una solución brillante Nunca se podrá esperar que defiendan arduamente sus puntos de vista
Retador	Sirven a la organización en cualquier área en la cual se utilicen métodos	Tiene la convicción de decir “esto es así”

Orientaciones	Aspectos positivos	Aspectos negativos
	<p>impropios inefectivos e ineficientes</p> <p>Algunas veces, una de sus contribuciones importantes es exponer tal como es a una “vaca sagrada”. Por ejemplo, una administración puede crear un clima en el cual ciertas prácticas no se discuten, y la labor del Retador es cuestionar dichas prácticas. El redactor preguntaría abiertamente: “¿Qué diablos está pasando?”</p>	<p>Puede destruir algo que sea necesario</p>
Práctico	<p>Está enfocado hacia la acción y lleva a cabo las cosas</p> <p>Es el único gerente de nivel intermedio que puede lograr la aceptación de un cambio</p> <p>Toma los riesgos hasta cierto punto porque confía en su nivel de producir</p> <p>Casi nunca confunden una idea descabellada con lo que es posible implantarse</p> <p>Siempre se inclinan hacia lo factible</p>	<p>Se lleva de encuentro al individuo súper creativo en la primera oportunidad</p> <p>A veces perderá las ganancias de una verdadera innovación</p> <p>Casi no funciona en el largo plazo</p> <p>En la primera oportunidad tratan de llegar al triunfo bloqueando a personas que pueden aportar mucho, sobre todo con sus ideas</p>
Innovador	<p>La mayoría de los principales éxitos trascendentales en la industria son el resultado de los innovadores</p> <p>No tienen miedo a los riesgos</p> <p>Arriesgan más de lo que pueden darse el lujo de perder</p>	<p>Pueden obstinarse tanto en una idea que no quieren esperar hasta que el tiempo sea propicio</p> <p>Se sienten tan fuertes respecto a ciertos cambios potenciales que no visualizan los problemas en su implementación</p> <p>Cuando lo que ellos quieren no está próximo o en perspectiva, pueden desarrollar la idea paranoica de que la organización está en su contra o que está desarrollando algo arriba para bloquearlos. Algunas veces, por supuesto, estas sospechas son fundadas</p>
Sintetizador	<p>Son con frecuencia las personas creativas mas valorizadas</p> <p>Anteponen el bien de la organización ante su propia creatividad</p> <p>El ser moderados en asumir riesgos los hace controlarse a diferencia del innovador</p> <p>Planean, organizan y funcionan como mediadores entre diferentes corrientes</p> <p>Visualizan combinaciones de funciones, procesos y gente de las que otros no se percatan</p>	<p>La falta de capacidad de arriesgar todo por el todo</p> <p>Prefieren una mejoría gradual progresiva</p> <p>Si no existe el innovador, entonces prevalecerán las ideas nuevas del sintetizador, las cuales siempre son atractivas y vendibles</p>

Orientaciones	Aspectos positivos	Aspectos negativos
	<p>Los nuevos organigramas o flujos de producción son un reto para su imaginación</p> <p>Los buenos gerentes sintetizadores continuamente combinan las necesidades del cliente con los recursos y talentos de la organización</p>	
Soñador	<p>Es sumamente benéfico para la organización cuando su jefe es un práctico</p> <p>Los talentos del soñador pueden describirse como diamantes en bruto</p> <p>Se requiere de otra fuerza para implantar sus ideas</p> <p>Llena adecuadamente los nichos de los repetidores, pero esto sería un gran desperdicio de talento</p>	<p>Tiene bajo nivel de logro por estar fuera de la corriente y ser conformista</p> <p>Puede establecer patrones regresivos que hagan que se intensifiquen los riesgos que toman los retadores, los prácticos y los innovadores de la organización</p> <p>Una compañía sobrecargada de soñadores brillantes y creativos está encaminada hacia un desastre financiero</p>
Planeador	<p>Con frecuencia desarrolla diferentes alternativas para una organización</p> <p>Tiene la habilidad de elaborar mapas organizacionales, así como diseñar sistemas operacionales</p> <p>Constituye buen personal de staff y provee precauciones adecuadas</p> <p>Puede tener habilidades de coordinación poco usuales que lo hacen administrador de proyectos muy capaces</p>	<p>No es ejecutante y generalmente evita tomar riesgos</p> <p>Aunque siendo más creativo que el modificador, casi nunca asume los riesgos que estos toman, aún cuando tenga fe en una idea.</p>

### *Validez interna y externa*

La prueba ha sido desarrollada por expertos en el campo, y es usada en repetidas ocasiones por muchas empresas. En dos estudios a través de cuatro años, la herramienta repetidamente crea relaciones de largo plazo entre clientes y facilitadores en el 80% de los casos debido al alto nivel de propiedad de resultados. Las normas del inventario de la CREATRIZ fueron desarrolladas originalmente de una muestra de 500 empleados representando siete organizaciones.

Recientemente estas normas han sido probadas nuevamente. Estas normas están basadas en una población de 200 empleados de siete organizaciones, incluyendo tres firmas manufactureras, una



firma de consultoría y una firma de arquitectos. El 38% de los encuestados fueron mujeres, el 61% hombres y 1% no puso su género. Basados en estos resultados, las escalas de creatividad han sido ajustadas a los nuevos datos normativos. La validación indica que los resultados han sido consistentes con lo que los investigadores indican que es un comportamiento típico de los comportamientos de los individuos en las organizaciones. La prueba completa se puede apreciar en el Anexo A.

### *Prueba de personalidad creativa*

#### *Descripción*

Esta prueba forma parte de un grupo de diversas pruebas de creatividad en el libro de Carter (2005). El libro contiene alrededor de 40 pruebas que se dividen en:

- Aptitudes específicas, entre las que se encuentran aptitudes verbales, numéricas y técnicas.
- Pruebas de razonamiento lógico, destacan las pruebas de lógica, matrices progresivas y lógica avanzada.
- Pruebas de creatividad, en donde sobresale la prueba de personalidad creativa con aspectos relacionados a la imaginación, pensamiento lateral y solución de problemas.
- Pruebas de inteligencia emocional, donde se realizan pruebas de autoconfianza, extrovertido-introvertido, ansiedad y relajación, optimista y pesimista.
- Pruebas de memoria, donde sobresale el reconocimiento de patrones, asociación de palabras, anagramas de memoria, atención a los detalles, entre otras.

Al finalizar el libro se encuentran las respuestas y explicaciones de las pruebas, con el fin de hacer la evaluación correspondiente.

*¿En qué se basó el autor para elaborarlo?*

Para efectos de la presente investigación, la autora se dedicó a contactar directamente al autor del libro para obtener indicios sobre la validez y confiabilidad del test, sin embargo, la respuesta que se obtuvo directamente del autor fue que éste fue realizado recientemente, y aún no ha sido validado. El mismo autor refiere el término creatividad como a “un proceso mental que tiene ventajas en soluciones, ideas, conceptos, expresiones artísticas, teorías o productos que son únicos y novedosos. Por el hecho de que existe una gran variedad de sujetos y por consecuencia, muchas formas en que la creatividad se manifiesta, y porque hay muchas personas, hay mucho que explorar aún, la creatividad es muy difícil de medir”.

#### *¿Cómo se aplica?*

La prueba es aplicada en papel, y es contestada individualmente a través de 25 reactivos y no hay límite de tiempo. Las respuestas están concentradas en una escala de Likert de 1 a 5, donde el 5 es donde más se identifica el alumno y en donde menos se identifica.

#### *¿Cómo se califica?*

Para calificar la prueba, al finalizarla, se hace una sumatoria total para posteriormente comparar en rangos que varían entre -65 a 125 puntos, cada uno de ellos tiene la descripción de la personalidad del individuo con respecto a sus respuestas en el test. La evaluación se realiza bajo los siguientes parámetros:

#### Puntuación total 90-125

Esta puntuación indica que la persona tiene un alto nivel de creatividad y significa que el lado creativo del cerebro aparece extremadamente activo.

La gente que por naturaleza es creativa, es una persona que constantemente enfrenta retos durante toda su vida, y continuará haciéndolo, dado que ellos nunca tienen miedo de hacer

algo nuevo. También es posible que estas personas hayan alcanzado un grado de éxito en un ambiente creativo, como un diseñador o un escritor.

Se sugiere que las personas que han alcanzado esta alta puntuación en la prueba, pero que no han experimentado retos como la pintura, música ó decoración de jardines, debieran seguir su intuición y hacerlo ahora.

Mientras que es difícil ser muy creativo, las personas que tienen una puntuación alta en la prueba no deben dejar de lado la importancia que tiene el desarrollar habilidades analíticas e intelectuales, así como sus talentos creativos.

#### Puntuación total 65-89

Esta puntuación indica un grado promedio de creatividad.

Aunque se muestran tendencias creativas, la puntuación mínima de este nivel sugiere que es posible que la persona carezca de tiempo o de auto confianza para hacer cosas nuevas. Para llegar a ser más creativos, debe ser necesario desarrollar más confianza y estar más relajado sobre pensar en tomar riesgos, como sentarse y pintar ó comenzar una novela que siempre ha tenido dentro.

Una puntuación con el más alto rango de este grupo sugiere que el individuo puede haber alcanzado cierto grado de éxito creativo, pero tal vez tenga talentos mayores que están sin desarrollarse esperando ser cultivados.

Generalmente, cualquier puntaje en este grupo sugiere que el individuo está en una posición afortunada ya que es capaz de balancear sus tendencias creativas con argumentos lógicos y analíticos, para convertir las ideas en conceptos realistas en el trabajo.

#### Puntuación total -65

Aunque esta puntuación indica un menor grado de creatividad, puede haber muchas razones para ello, mientras el individuo posee un gran almacén de ideas, puede ser que se sienta más cómodo guiado por reglas establecidas o por convenios tradicionales.

Aunque las personas tienen el potencial de ser creativos en algún caso u otro, puede ser que, como muchas otras personas, no ha explorado sus talentos creativos. Puede ser que sus habilidades han sido cambiadas dentro de cierta área en particular para el desarrollo de una carrera, teniendo poco tiempo para explorar otros rumbos.

La creatividad y el intelecto son dos funciones separadas del cerebro, y es muy probable que la persona sea más intelectual en ciertas áreas que creativa y viceversa. Sin embargo, es posible que el individuo se entrene para sacar esos talentos creativos si tiene tiempo para hacerlo. Explorando nuevos caminos y experiencias de aprendizaje es posible que superar los horizontes considerablemente, y posiblemente el individuo se sorprenda descubriendo talentos y aptitudes creativas de las cuales no se ha enterado, (Carter 2005).

#### *Validez interna y externa*

Como se mencionó anteriormente, dado que no hay evidencias de validez y confiabilidad por parte del autor del libro, éstas fueron probadas en el grupo piloto de la investigación, arrojando un alfa de Cronbach de .684 sobre 26 elementos. La prueba completa se puede observar en el Anexo B.

#### *Prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario*

Finalmente, para seguir con la congruencia de la presente investigación y con el fin de obtener mayores insumos en la recopilación de los datos, se aplicó una encuesta enfocada a los aspectos culturales de las instituciones de la muestra.

### *Descripción*

Originalmente este cuestionario tiene una orientación a las ciudades, fue realizado por Florida (2003) y aplicado en Estados Unidos y Europa con el fin de hacer comparaciones entre diferentes ciudades. Pretende medir el grado de creatividad que hay entre las personas de una determinada ciudad y la influencia que ejercen los tres ejes que el autor maneja, talento, tolerancia y tecnología. La unión de éstos crea una cultura a la que Florida (2003) hace referencia como la clase creativa. Para efectos de este estudio se adaptó la prueba con referencia a la cultura en las ciudades” para enfocarlo a universidades, además de cambiar el lenguaje coloquial que maneja Florida.

Entre los numerosos estudios que Florida ha realizado en las ciudades se encuentran una gran cantidad de ciudades en Estados Unidos como San Francisco, Boston, Seattle, Washington DC, Dallas, Atlanta, Phoenix, Chicago, Portland, entre otros. A continuación se presenta la tabla 15 donde se aprecian resultados de un estudio realizado en ciudades de Estados Unidos:

Tabla 15  
Relación entre tecnología, talento y tolerancia en ciudades (Florida, (2002))

<b>Lugar</b>	<b>Índice de alta tecnología</b>	<b>Índice de talento</b>	<b>Índice de tolerancia</b>
1	San Francisco	Raleigh- Durham	San Francisco
2	Boston	Washington DC	San Diego
3	Seattle	Boston	Los Angeles
4	Los Angeles	Austin	Austin
5	Washington DC	San Francisco	Seattle
6	Dallas	Hartford	Sacramento
7	Atlanta	Atlanta	Washington DC
8	Phoenix	Denver	Atlanta
9	Chicago	Minneapolis	Minneapolis
10	Portland	Dallas	Houston

*¿En que se basó el autor para elaborarlo?*

Según Galindo (2006) el modelo de Florida se denomina 3T, en donde el autor obtiene el índice de creatividad combinando los tres elementos que atraen a la “clase creativa” a trabajar y vivir en una región, y que además son indicadores de crecimiento económico, estos son: tecnología, talento y tolerancia. El índice de creatividad (Creativity Index, en inglés) es calculado dándole igual peso a los tres elementos antes mencionados, por lo tanto, una calificación perfecta en el índice de creatividad sería igual a 1.0 y la obtiene en una ciudad o región que tenga en promedio los mejores lugares en cada uno de los indicadores.

Para medir el talento, Florida (2002) separa a la gente que trabaje en cuestiones creativas o conceptuales (diseñadores, administradores, ocupaciones que manejan software, arquitectos, ingenieros, etc.), de los trabajos del área de manufactura y servicios, lo anterior lo logra por medio de la información de las encuestas de ocupación y empleo del Buró de Estadísticas del trabajo de los Estados Unidos. De esta forma, el talento lo mide como el porcentaje de gente con ocupaciones creativas en relación a toda la fuerza de trabajo de una región.

En relación a la tecnología, el autor se basa en dos indicadores: el *Tech Pole Index del Milken Institute*, que mide el tamaño y la concentración de la economía en una región en sectores de alta tecnología (software, electrónica, biomédica y servicios de ingeniería). El otro indicador es la Tasa de Crecimiento Anual Promedio de Patentes de una región utilizando los datos de la *U.S. Patent and Trademark Office*.

Respecto a la tolerancia, el autor utiliza los datos del Censo de los Estados Unidos para crear el índice de tolerancia (Tolerance Index, en inglés). Este utiliza cuatro mediciones diferentes: el índice de concentración de inmigrantes por región (Meeting Pot Index); un índice que mide la concentración de homosexuales (Gay Index); y un índice que mide la concentración de gente bohemia (Bohemian Index), (Galindo, 2006).

Así mismo, el autor ha realizado estos estudios en 14 países europeos como lo son Inglaterra, Bélgica, Holanda, Finlandia, Grecia, Suiza, Dinamarca, Portugal, por mencionar algunos de ellos. A este estudio llamó Índice de Creatividad Europeo (Euro-creativity Index,

ECI). Florida utiliza el mismo marco teórico, sin embargo, hace algunas adecuaciones, por ejemplo, se desarrollan nuevos indicadores para las 3T's sobre el desarrollo económico: en talento también incluyó el capital humano y el talento científico; en tecnología incluyó el índice de innovación tecnológica y el índice de investigación y desarrollo; en tolerancia hizo alusión al índice de actitudes, valores y al índice de auto-expresión.

Además, Florida (2004) agregó dos nuevas formas de medir y comparar el desempeño creativo entre naciones, que capturan tendencias de la capacidad creativa: el Índice de Tendencias de la Creatividad Europea y la Matriz de Creatividad Europea.

*¿Cómo se aplica?*

El test es aplicado en papel y contestado por cada individuo. Son 13 reactivos que ofrecen 4 posibles respuestas (del inciso a al d), el individuo solo selecciona un inciso por pregunta.

*¿Cómo se califica?*

Al finalizar el test se contabilizan las veces que seleccionó cada inciso, teniendo un valor por cada letra. Se realiza la interpretación de la sumatoria final como se muestra en la tabla 16:

Tabla 16  
Evaluación del test de percepción del alumno respecto a su universidad

Tipo de respuesta	Valor de la respuesta	Numero de respuestas por tipo de respuesta	Total por tipo de respuesta
a	10		
b	5		
c	0		
d	-10		
Puntuación total			

Posteriormente, por cada pregunta se analiza el significado como sigue:

- (a) = 10 puntos. La puntuación de una universidad creativa
- (b) = 5 puntos. Todavía no es una universidad creativa, pero se está buscando serlo
- (c) = 0 puntos. Sin indicios de ser una universidad creativa
- (d) = -10 puntos. Sin esperanza de ser una universidad creativa

Finalmente se hace la interpretación de la sumatoria total como se presenta en la tabla 17:

Tabla 17  
Interpretación de la puntuación del test cultural en las universidades

---

100 o más	<b>Excelente.</b> Su universidad es creativa de vanguardia. A cualquiera le conviene estar en esa universidad en este momento.
75-95	<b>Muy bien.</b> Su universidad es creativa (al menos eso parece). Será difícil encontrar una mejor universidad.
50-70	<b>No está mal.</b> Es muy probable que su universidad esté atrayendo gente valiosa y generando suficiente pensamiento creativo para mantenerse en la competencia. Parece que los directivos al menos están procurando ser creativos, así que usted debería ayudar para que la universidad tenga, en un futuro, un mejor resultado al contestar este cuestionario.
25-45	<b>Deficiente.</b> Cuando los directivos de su universidad tengan su próxima reunión, esperemos que las cosas cambien en la dirección correcta. Si no es necesario emigrar.
0-20	<b>Hay que irse.</b> Los especialistas han determinado que la universidad donde usted estudia es peligrosa para su salud física y mental.

---

Es así como se obtendrán los resultados de la prueba de creatividad en las universidades. La prueba completa se puede apreciar en el Anexo C.

#### *Validez interna y externa*

El test ha sido aplicado en más de 15 ciudades en Estados Unidos y en más de 10 países en Europa, con los resultados han realizado toma de decisiones.

#### *Encuesta a alumnos*

La encuesta es una de las técnicas de investigación social más difundidas, se basa en las declaraciones orales o escritas de una muestra de la población con el objeto de recabar información. Se puede basar en aspectos objetivos (hechos, hábitos de conducta, características personales) o subjetivos (opiniones o actitudes).



En el caso de la presente investigación, se realizó una entrevista por escrito a los alumnos que participaron en la muestra. La encuesta contiene preguntas relacionadas con su percepción sobre las metodologías TRUZ/QFD, su utilidad en su desempeño como estudiantes y profesionistas, el incremento o decremento en nivel de creatividad e innovación a través de la práctica de ambas metodologías, el apoyo de la institución educativa para el desarrollo de estas dos habilidades y el apoyo que el país ofrece al respecto. La encuesta se aprecia en el Anexo D.

### *Entrevista*

Como instrumento cualitativo, la entrevista se refiere a la reunión para intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra persona (el entrevistado) u otras (entrevistados) como lo señalan Hernández et al (2006), así mismo, mencionan a Janesick (1998) al decir que a través de preguntas y respuestas, se logra la comunicación y la construcción conjunta de significados respecto a un tema. Por su parte, Avila (2006) hace mención a los trabajos de Garza (1988) al decir que la encuesta “se caracteriza por la recopilación de testimonios, orales o escritos, provocados y dirigidos con el propósito de averiguar hechos, opiniones actitudes,” (p. 183).

Hernández et al (2006) menciona que las entrevistas pueden clasificarse como estructuradas, semiestructuradas o no estructuradas ó abiertas. Para el caso particular de este estudio, se utilizaron las preguntas semiestructuradas dado que las circunstancias se prestaron para basarse en una guía teniendo la libertad de introducir preguntas adicionales para obtener mayor información sobre el tema.

Las entrevistas se realizaron a los profesores que impartieron las clases en los grupos muestra, con el objeto de obtener información sobre la influencia que tienen dichas metodologías en sus proyectos finales, así como extraer la experiencia de los profesores en el área. Se realizaron en persona, de acuerdo a la disponibilidad de los tres profesores, grabándolas mientras la plática se sustentó. La entrevista se observa en el Anexo F. Posteriormente dichas entrevistas

se transcribieron literalmente con el fin de comparar resultados, hacer categorías y exponerlos en el reporte final, las transcripciones literales de las entrevistas se aprecian en el Anexo E.

### *Registro de observación*

Como método cualitativo, la observación es un instrumento muy adecuado para investigar, sin embargo es necesario hacer diferencia entre lo que es observación y lo que es ver. Hernández et al. (2006) menciona que es una cuestión de grado, es decir, la observación investigativa no se limita al sentido de la vista, implica todos los sentidos. Los autores mencionan que dentro de los propósitos de la observación es:

- a) Explorar ambientes, contextos, subculturas y la mayoría de los aspectos de la vida social
- b) Describir comunidades, contextos o ambientes; así mismo las actividades que se desarrollan en éstos, las personas que participan en las actividades y los significados de las mismas.
- c) Comprender procesos, vinculaciones entre las personas y sus situaciones o circunstancias, los eventos que suceden a través del tiempo, los patrones que se desarrollan, contextos sociales y culturales
- d) Identificar problemas
- e) General hipótesis para futuros estudios

En este caso, el estudio utilizó como otro de los instrumentos la observación con una participación pasiva dado que no fue necesario interactuar en el grupo, solo observar situaciones.

Las observaciones fueron realizadas varias veces en todos los grupos de la muestra, las frecuencias de observación se presenta la tabla 18:

Tabla 18  
Observaciones en los grupos de la muestra

Grupo control universidad A (Grupo 1)	1.5 horas, dos días a la semana. Fueron 2 observaciones en el aula de clases.
Grupo experimental pregrado universidad A (Grupo 2)	Frecuencia de 1.5 horas dos veces a la semana, lo que dio pie a 4 observaciones cuando se impartían las metodologías TRIZ/QFD y 1 observación más en la entrega de prototipos finales.
Grupo experimental pregrado universidad A (Grupo 3)	Frecuencia de 1.5 horas dos veces a la semana, lo que dio pie a 4 observaciones cuando se impartían las metodologías TRIZ/QFD.
Grupo experimental posgrado universidad A (Grupo 4)	3 horas un día a la semana. Dando pie a 2 observaciones de adelantos de prototipos finales cuando se incluía en ellos las metodologías TRIZ/QFD, y 1 observación en la entrega de prototipos finales.
Grupo experimental posgrado universidad B (Grupo 5)	4 horas un día a la semana. Arrojó 3 observaciones de clase grabada.
Grupo experimental pregrado universidad C (Grupo 6)	3 horas, un día a la semana. Arrojando 3 observaciones en la impartición de las metodologías TRIZ/QFD, 2 en adelantos en el trabajo de prototipos finales.

Las observaciones fueron documentadas para todos los grupos mediante bitácoras dentro del formato que sugiere Hernández et al (2006) p.592.

Se puede apreciar el registro de observación utilizado en este estudio en el Anexo G. La bitácora fue utilizada con el mismo formato en las dos universidades del área metropolitana de Monterrey (universidades A y C) y por medio de grabaciones en video en la universidad B. Los resultados de las observaciones fueron analizados e integrados en categorías las cuales se compararon con las variables del presente estudio y contrastaron entre las mismas universidades.

#### *Evaluación de producto innovador*

La teoría muestra que la experiencia con la metodología TRIZ permite que se adquieran habilidades en la solución creativa de problemas, (Flores, Torres y Córdova, 2006; Mendoza y Córdova, 2006; Gomila, 2006), aunado a esto, el QFD puede ser usado como conexión entre el producto innovador y el cliente. Los grupos que utilicen TRIZ en las universidades a investigar

finalizan con un producto tangible, una idea ó proceso, que debiera tener las características de ser innovador.

Cada plan analítico de las materias que llevan los grupos a investigar tiene como objetivo final realizar un prototipo de un producto innovador, dado lo anterior, y para ser congruentes con la presente investigación, es necesario clasificar los productos realizados por los alumnos en productos innovadores. Es por ello que se requiere de una serie de criterios que permitan realizar la clasificación mencionada con el objeto de cerrar la investigación en relación a las habilidades de innovación.

Los criterios que se utilizarán para saber si un producto es innovador, fueron extraídos de los “Criterios Generales de Evaluación” para todas las categorías del “Premio Tecnos”, que es un reconocimiento que se otorga, dentro de un marco de competencia nacional, a los mejores desarrollos tecnológicos, por su creación, diseño e innovación de alto valor agregado, (Premio Tecnos, 2006). Estos criterios se describen en el Anexo H, con los cuales se procedió a evaluar los prototipos en cada uno de los equipos de los grupos experimentales.

### *Procedimiento de investigación*

El procedimiento de investigación transcurrió como se menciona a continuación:

- Se aplicaron las pruebas CREATRIZ, Personalidad creativa y percepción del alumno hacia su universidad dos veces a cada uno de los grupos de la nuestra con el objeto de saber si hubo cambios en el tiempo y triangular resultados. La primera aplicación fue hecha durante la segunda y tercera semana de los cursos, con el objeto de ubicar habilidades de creatividad. La segunda aplicación se realizó durante la semana 15 y 16 del periodo académico en el caso de las universidades A y C, por ser grupos semestrales. Respecto a la universidad B, como era un grupo de periodo

trimestral, las pruebas fueron aplicadas en la semana 1 y 11. Posteriormente se hicieron categorías y se analizaron resultados para ser contrastadas entre las diferentes universidades.

- Con respecto a la observación, se realizaron 17 sesiones en la fecha en que se programaron la impartición de QFD y el TRIZ, y en la entrega de prototipos finales, con el afán de recopilar datos que contribuyan al objetivo de la presente investigación. Estas observaciones se realizaron las Universidades A, B y C tanto en los grupos de pregrado como el de posgrado, se documentaron en fichas de observación y grabaciones de audio para las universidades A y C, y mediante grabaciones en video para la universidad B.
- El contacto de los profesores que imparten la metodología TRIZ y QFD con alumnos universitarios se realizó a través de correo electrónico, para concretar citas para las entrevistas. Los profesores entrevistados fueron aquellos que impartieron la metodología TRIZ y QFD en los grupos de estudio. Estas entrevistas fueron realizadas de forma presencial.

#### *Estrategia de análisis de datos*

Hernández et al. (2006) mencionan que en el proceso cuantitativo primero se recolectan todos los datos y posteriormente se analizan, en el caso cualitativo la recolección y el análisis se hacen prácticamente en paralelo, el análisis no es estándar, generalmente se reciben datos no estructurados como los visuales, auditivos, textos escritos y expresiones verbales.

En el caso de la presente investigación, en relación al alumno, la información se analizó de la siguiente manera:

- a) Las características creativas del estudiante al principio del curso

- b) La evolución de sus características creativas para la solución de problemas al final del curso
- c) Percepción del alumno hacia su universidad
- d) Observaciones en el grupo
- e) Encuesta escrita
- f) Evaluación del producto final

En relación a los profesores, la información se analizó mediante preguntas semi-estructuradas elaboradas previamente, donde se adquirió información sumamente valiosa desde el punto de vista de experiencia y enseñanza de las metodologías TRIZ y QFD, la vinculación de escuela-empresa, el fomento de innovación y creatividad y el impacto en los alumnos.

En cuanto al análisis cuantitativo, los datos registrados de las tres universidades se realizó por medio de dos grupos en cada una de ellas: grupo de control y grupos experimentales. A estos grupos se les aplicó tres pruebas escritas. Primero se analizaron los resultados socio demográficos por medio de frecuencias apoyados con el Software SPSS. Posteriormente se realizaron pruebas de normalidad y se analizaron los datos por medio de la prueba Kruskal-Wallis y Wilcoxon por ser datos no paramétricos, lo anterior apoyado en el paquete estadístico MiniTab.

El análisis cualitativo de la investigación se realizó por medio de codificaciones de las encuestas realizadas a los alumnos y de las entrevistas que se hicieron a los profesores que impartieron clase en los grupos de la muestra. Así mismo, en la parte de la observación, se encontraron patrones que apoyaron en la realización de un comparativo entre las diferentes universidades.

Con respecto a la validez y confiabilidad de la investigación cualitativa, Hernández et al. (2006) mencionan a Guba y Lincoln (1989) al denominar la confiabilidad cualitativa como

dependencia o consistencia lógica y Mertens (2005) considera que equivale al concepto de estabilidad. De ahí que las amenazas a la confiabilidad cualitativa son los sesgos que pueda introducir el investigador en la sistematización durante la tarea de campo y el análisis, por lo que es necesario que el investigador haga a un lado sus creencias y opiniones que afecten a la sistematización de las interpretaciones de los datos, que no se establezcan conclusiones antes de que los datos sean analizados y considerar la totalidad de los datos.

Una de las estrategias para corroborar la validez de la presente investigación, fue el proceso de triangulación de instrumentos y datos obtenidos, es inevitable dado que por la naturaleza del presente estudio, se facilitaron matices naturales mediante la integración y comparación de la información. Es decir, las respuestas obtenidas de la aplicación de los cuestionarios fueron trianguladas con las observaciones, que a su vez dieron pie a la triangulación con las entrevistas a los profesores, lo anterior con el fin de obtener un sentido profundo de la realidad que se estudia.

Es importante mencionar que se establecieron procedimientos que permitieron registrar las bitácoras de campo de tal forma que al momento de la observación fue posible tener un formato que permitió obtener el registro inmediato de los sucesos para posteriormente ampliar con hechos detallados cada momento observado. También se usaron diversas fuentes de información para demostrar la coincidencia entre los datos.

“Saber escuchar es poseer, además del propio, el cerebro de los demás.”  
- Leonardo da Vinci

## **Capítulo 4**

### **Análisis de datos**

#### *Análisis cuantitativo*

En el capítulo 3 se mencionó que el enfoque sería mixto o multimodal. De acuerdo a los lineamientos del presente estudio, se analizó la información proporcionada mediante la aplicación de las pruebas, observaciones, encuestas, entrevistas y evaluación del producto innovador.

Como se mencionó anteriormente, en lo correspondiente a la parte cuantitativa se estableció un diseño cuasi-experimental, dado que los sujetos de investigación se encontraron dentro de grupos escolares formados previamente al trabajo de campo. Así mismo, tal como lo mencionan Avila, (2006) y Kerlinger y Lee (2002), la estructura de los diseños cuasi-experimentales implica usar un diseño pre-prueba y post-prueba con el objeto de estudiar si hubo cambios en el tiempo.

La presente investigación fue realizada bajo un análisis descriptivo e inferencial. El análisis descriptivo se basó en datos socio demográficos de la muestra, el análisis inferencial tuvo lugar para las comparaciones entre los datos de las diferentes pruebas. Es importante mencionar que dado el tipo de datos que se manejaron en este estudio, se optó por las pruebas no paramétricas.

Por lo anterior, en el análisis inferencial, se utilizó la prueba Kruskal- Wallis, que según Kerlinger y Lee (2002), es una prueba para evaluar la significancia de las diferencias, este método es análogo al análisis de varianza de un factor. Por otra parte, se utilizó la prueba Wilcoxon, equivalente a la prueba t-pareada, para comparar las medias de una variable continua en muestras para determinar si o no la diferencia entre las dos medias esperadas excede la diferencia que debería ser esperada por azar.



Por otro lado, dentro del enfoque cualitativo se recolectaron datos y se analizaron en paralelo. Como se mencionó en el capítulo 3, las dimensiones que se tomarán en cuenta en la presente investigación son: persona, (pruebas de creatividad) cultura, (encuestas, entrevistas, observaciones y modelo educativo) y producto, (evaluación del producto innovador), como estableció en la figura 1.

La dimensión persona, se relaciona con la definición de creatividad y como la persona es capaz de comunicar sus ideas a través de diferentes mecanismos, (en donde también se percibe naturalmente el proceso creativo). En esta dimensión se expondrán los resultados de las pre y post prueba que se aplicaron a lo largo del período escolar. El set de pruebas pretende medir las características intrínsecas de los individuos relacionadas con la creatividad y su orientación.

Por otra parte, Hofstede (1980) conceptualiza la cultura como la programación colectiva de mentes que se distinguen de un grupo de seres humanos a otros incluyendo sistemas y valores. En la parte cultural de las tres dimensiones, se pretende dar un enfoque clave en los procesos por los que el individuo tiene que pasar con el fin de llegar al punto de innovación y creatividad: el medio ambiente, las motivaciones intrínsecas, extrínsecas, los factores familiares, sociales, escolares y organizacionales, que influyen en este proceso. Aquí se tomó en cuenta prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario, las observaciones realizadas en clase, entrevistas a los profesores, encuestas de los alumnos y la relación que tiene el modelo educativo de cada una de las instituciones con la forma de impartir la clase, así como su práctica docente. Por el perfil de la presente investigación, se tomó en cuenta el ambiente escolar y la percepción que tienen los estudiantes sobre su entorno universitario.

Finalmente, para dar forma a la creatividad e innovación, se pretende visualizar la culminación del crecimiento creativo e innovador de la persona junto con las influencias culturales por medio de la tercera dimensión, evaluación de un producto. Eysenck (1994)

menciona que el producto creativo incluye el rasgo de la creatividad. El producto creativo en la presente investigación fue realizado por equipos en cada una de las clases en las que se dio pie este trabajo de investigación.

Como se observa las tres dimensiones se interrelacionan entre ellas mismos con el fin de definir la influencia que tiene la cultura con la persona y su producto creativo. A continuación se presentan las conclusiones que se obtuvieron de cada uno de ellos.

### *Análisis descriptivo*

En el análisis descriptivo se analizaron datos de tal forma que se pudiera describir las características de los alumnos y grupos de la muestra. A continuación se presentan los resultados.

### *Datos socio-demográficos*

En el análisis de los datos socio-demográficos se utilizó el software SPSS para las frecuencias de los mismos. Cabe mencionar que de 151 alumnos de los seis grupos investigados que comenzaron el periodo escolar, 134 lo concluyeron. Dentro del análisis cuantitativo, para el mejor manejo y comprensión de los datos, se procedió a codificar por grupos de cada universidad, se muestra en la tabla 19:

Tabla 19  
Codificación de los grupos muestra

Codificación	Tipo de grupo
1	Grupo control pregrado universidad A
2	Grupo experimental pregrado universidad A
3	Grupo experimental pregrado universidad A
4	Grupo experimental pregrado universidad C
5	Grupo experimental posgrado universidad A
6	Grupo experimental posgrado universidad B

Se tomaron dos consideraciones al respecto:

- Aún y cuando la universidad A y B se refieren al mismo sistema tecnológico, fue necesario hacer una diferencia dado que los grupos que se estudiaron presentaron diferencias en datos socio-demográficos y desempeño en aplicación de pruebas.
- Se contó con dos grupos experimentales en la universidad A, dirigidos por el mismo profesor, sin embargo, analizando la posibilidad de juntar ambos grupos, no fue conveniente hacerlo ya que hubiera sido un grupo de 42 personas lo cual haría mayormente heterogéneas las comparaciones entre grupos. Además, dentro de las condiciones que se establecieron permanecieron como grupos separados con diferentes condiciones socio-demográficas y de resultados de pruebas.

La tabla 20 resume los datos socio-demográficos de los seis grupos en relación a la edad,

lugar de nacimiento, estado civil y género:

Tabla 20

Datos socio-demográficos (por rangos) de la muestra en porcentajes

<b>Grupos</b>	<b>Cantidad de alumnos</b>	<b>Edad</b>	<b>Lugar de nacimiento</b>	<b>Estado civil</b>	<b>Género</b>
<b>1</b>	37	20-21 años- 35.1 22-23 años- 62.2 25 años- 2.7	Monterrey- 43.2 Estados de México- 51.4 Otros países- 5.4	Solteros- 97.3 Casados- 2.7	Mujeres- 29.7 Hombres- 70.3
<b>2</b>	19	20-21 años- 89.4 22-23 años- 10.6	Monterrey- 42.1 Otros Edos. N.L.- 5.3 Estados de México- 52.6	Solteros- 100	Mujeres- 31.6 Hombres- 68.4
<b>3</b>	23	18-20 años- 30.3 21-24 años- 69.5	Monterrey- 43.5 Estados de México- 47.8 Otros países- 8.7	Solteros- 100	Mujeres- 52.2 Hombres- 47.8
<b>4</b>	26	20-21 años- 61.5 22-23 años- 34.6 25 años- 3.8	Monterrey- 65. Estados de México- 34.6	Solteros- 100	Mujeres- 30.8 Hombres- 69.2
<b>5</b>	19	22-23 años-	Monterrey- 21.1	Solteros-	Mujeres- 15.8

Grupos	Cantidad de alumnos	Edad	Lugar de nacimiento	Estado civil	Género
		52.7	Estados de México-	89.5	Hombres- 84.2
		24-25 años-	68.4	Casados-	
		31.6	Otros países- 10.5	10.5	
		28-30 años-			
		15.8			
<b>6</b>	10	24-26 años-	Estados de México-	Solteros- 40	Mujeres- 40
		20	100	Casados- 60	Hombres- 60
		27-29 años-			
		40			
		30-31 años-			
		20			
		34-38 años-			
		20			

Como se observa en la tabla 20, se encontró que en los seis grupos de la muestra las edades fluctuaban entre los 18 y 38 años de edad, siendo la media de 22 años. Se observa que el grupo 1 la mayoría de los alumnos son mayores que en los grupos 2 y 4. En cuanto a los grupos de posgrado, el grupo 5, el 52.7% de los alumnos fluctuaban entre los 22 y 23 años de edad, mientras que en el grupo 6 el 40% de los alumnos tenían entre 27 a 29 años de edad. Lo anterior demuestra que hay una diferencia considerable entre el grupo 6 con el resto de los grupos, por lo que se infiere que existe diferencia en experiencia laboral y madurez.

En cuanto al lugar de nacimiento se encontró que el 53.7% de la población total de la muestra de 134 alumnos eran nacidos en otros estados de México, mientras que el 41% fueron nacidos en Monterrey, (de los cuales el 65.4% era del grupo 4), además el 4.5% eran extranjeros.

En cuanto al estado civil se encontró que la gran mayoría del total de la población (93.3%) eran solteros, mientras que solo un 6.7% eran casados, de los cuales la cifra más representativa fue del grupo de posgrado de la universidad B con el 60% de su población total casada. Cabe mencionar que los resultados de los grupos 2, 3 y 4, es decir, los grupos experimentales de pregrado, arrojaron un 100% de solteros.

Relativo al género el 32.8% de la población total fueron mujeres, mientras que el 67.2% eran hombres. En este rubro, la mayoría en todos los grupos de la muestra, siempre fueron hombres, a excepción del grupo 3 en donde había un 52.2% de mujeres y un 47.8% de hombres.

A continuación se presenta la tabla 21 con los datos socio-demográficos relativos a la carrera profesional, semestre, vida laboral y conocimiento de las metodologías TRIZ/QFD.

Tabla 21  
Datos socio-demográficos de la muestra en relación al perfil profesional en porcentajes

Grupo	Cantidad de alumnos	Carrera profesional	Semestre	Trabaja actualmente	Conoces TRIZ/QFD	Aplicación de la metodología
1	37	IIS- 100	6°- 2.7	Trabaja- 29.7 No trabaja- 70.3	Si- 2.7	Si- 2.7 No- 97.3
			7°- 64.9		No- 97.3	
			8°- 16.2			
			9°- 16.2			
2	19	IMA- 52.6 IME- 10.5 LDI- 36.8	3°- 5.3	Trabaja- 15.8 No trabaja- 84.2	Si- 5.3	No- 100%
			4°- 15.8		No- 94.7	
			5°- 42.1			
			6°- 5.3			
			7°- 31.6			
3	23	IIS- 8.7 IMA- 13.0 IME- 13.0 LDI- 65.2	3°- 4.3	Trabaja- 34.8 No trabaja- 65.2	Si- 13.0	Si- 8.7 No- 91.3
			4°- 8.7		No- 87.0	
			5°- 21.7			
			6°- 8.7			
			7°- 52.2			
			8°- 4.3			
4	26	Arq.- 3.8 IMA- 26.9 IMT- 38.5 LDI- 30.8	5°- 3.8	Trabaja- 34.6 No trabaja- 65.4	Si- 15.4	Si- 3.8 No- 96.2
			6°- 3.8		No- 84.6	
			7°- 61.5			
			8°- 7.7			
			9°- 23.1			
5	19	IE- 5.3 IIA- 5.3 ISS- 10.5 IMA- 5.3 IME- 26.3 IMT-47.4	1°- 15.8	Trabaja- 52.6 No trabaja- 47.4	Si- 31.6	Si- 10.5 No- 89.5
			2°- 47.4		No- 68.4	
			3°- 10.5			
			5°- 21.1			
			7°- 5.3			
6	10	IIS- 60 IME-40	1°- 50	Trabaja- 100	Si- 60	Si- 80 No- 20
			2°- 10		No-40	
			4°- 10			

Grupo	Cantidad de alumnos	Carrera profesional	Semestre	Trabajas actualmente	Conoces TRIZ/QFD	Aplicación de la metodología
			5°- 20			
			6°- 10			

Como se observa en la tabla 21 sobre los datos de la carrera profesional se encontró que un 34.3% estaban estudiando o habían estudiado la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas (IIS), se encuentra el mayor porcentaje (100%) en el grupo 1. La segunda carrera que se encontró un porcentaje alto fue la de Licenciado en Diseño Industrial (LDI) con un 65.2%, en el grupo 3. La carrera menos representativa fue la de arquitectura con un 3.8%.

Por otra parte, en cuanto al semestre que cursaban se observó que en los grupos de pregrado (1, 2, 3 y 4), los alumnos estaban entre el 3° y el 9° semestre de su carrera profesional, el mayor porcentaje (55.2%) en 7° semestre. En cuanto a los grupos de posgrado, se observó que un 34.5% se encontraban cursando el 2° semestre de su maestría.

Con respecto a la pregunta ¿trabajas actualmente?, los resultados arrojaron que el mayor porcentaje de la población total, un 61.9%, no trabajaban. En este punto es preciso distinguir entre los alumnos de pregrado (grupos 1, 2, 3 y 4) y los de posgrado (5 y 6). En los grupos 1, 2, 3 y 4 se aprecia que el 70.5% no trabajaba en ese momento, mientras que en los grupos 5 y 6 el 69% si trabajaba, de los cuales el 100% de los alumnos del grupo 6 estaban trabajando en ese momento.

En relación al conocimiento de las metodologías TRIZ/QFD, se aprecia que el 85.1% del total de la población de la muestra no conocían las metodologías. En el caso de los alumnos de los grupos 1, 2, 3 y 4, solo el 7.6% conocían las metodologías TRIZ, de los cuales el 3.8% la habían aplicado. Por otra parte, el 41.4% de los alumnos de los grupos 5 y 6, tenían conocimiento sobre las metodologías, de los cuales el 6.9% las habían aplicado de alguna

manera. Vale la pena resaltar que en el grupo 5 el 31.6% conocía las metodologías y el 10.5% las habían aplicado, sin embargo en el grupo 6, los porcentajes son mayores, siendo el 60% quienes conocían las metodologías, de los cuales el 80% las habían aplicado.

Además de los datos socio demográficos mencionados con anterioridad, se trató de indagar sobre aspectos relacionados a la vida laboral de los alumnos y becas en los alumnos de los grupos 5 y 6, los resultados se presentan en la tabla 22:

Tabla 22  
Datos socio-demográficos relacionados con becas y trabajo de alumnos de posgrado en porcentaje

<b>Grupo</b>	<b>Cantidad de alumnos</b>	<b>¿Has trabajado anteriormente?</b>	<b>Experiencia laboral</b>	<b>Beca</b>	<b>¿Trabajas y estudias a la vez?</b>
5	19	Si- 73.7 No- 26.3	0-2 años- 79 3-8 años- 21.1	Tiempo completo- 47.4 Media beca- 21.1 No beca- 31.6	Si- 57.9 No- 42.1
6	10	Si- 90 No- 10	2-7 años- 40 8-18 años-60	Tiempo completo- 80 Media beca- 20	Si- 100

Los resultados arrojaron que en los grupos 5 y 6 se muestra que el 79.3% había trabajado anteriormente, de los cuales el grupo 6 cuenta con el porcentaje más alto (90%). En cuanto a la experiencia laboral, fluctuaba de 0 a 18 años, el 17.2%, había trabajado un año. Es necesario resaltar que en el grupo 6 el mayor porcentaje era de personas que tenían 7 y 15 años trabajando, con un 20% cada uno de ellos. Lo anterior da pie para deducir que los alumnos del grupo 6 tenían más experiencia laboral que los del 5. En cuanto a las becas, la mayor parte de los alumnos (58.6%) cuentan con beca de tiempo completo. Finalmente, al preguntar si trabajaban y estudiaban a la vez, los resultados arrojaron que el 72.4% de los alumnos lo hacían.

Con base en los datos socio demográficos recopilados relacionados con edades, lugar de nacimiento, estado civil, género, y carrera profesional se aprecia que la población muestreada es

mayormente homogénea, exceptuando el grupo 6. Sin embargo, cuando se compara los grupos en relación a la actividad laboral, conocimiento y aplicación de las metodologías TRIZ/QFD se encuentra con que hay diferencias entre los grupos, y más aun cuando se comparan pregrado (grupos 1, 2, 3 y 4) y posgrado (grupos 5 y 6), de hecho, también hay diferencias marcadas entre los grupos 5 y 6 en relación a la experiencia laboral.

### *Prueba de Personalidad Creativa*

En este apartado se analizan los resultados de la prueba de Personalidad Creativa para cada uno de los seis grupos observados, con la finalidad de comparar la pre y post prueba y determinar si hubo cambios en el tiempo. La prueba de personalidad creativa fue codificada como sigue:

- 1= puntuación de 90-125, creatividad alta (CA)
- 2= puntuación 65-89, creatividad media (CM)
- 3= puntuación de -65, creatividad baja (CB)

Los resultados de las frecuencias se aprecian en la tabla 23:

Tabla 23  
Comparación de la pre y post prueba Personalidad Creativa entre los grupos muestra en porcentajes

<b>Grupos</b>	<b>Personalidad creativa Pre-prueba</b>	<b>Personalidad creativa Post-prueba</b>
1	CA- 27 CM- 67.6 CB- 5.4	CA- 43.2 CM- 56.8
2	CA- 47.4 CM- 52.6	CA- 52.6 CM- 47.4
3	CA- 56.5 CM- 43.5	CA- 65.2 CM- 34.8
4	CA- 36.4 CM- 61.5 CB- 3.8	CA- 65.4 CM- 34.6
5	CA- 47.4	CA- 52.6



	CM- 47.4 CB- 5.3	CM- 47.4
6	CA- 30 CM- 70	CA- 30 CM-70

La tabla 23 tiene como finalidad establecer por medio de frecuencias los valores generales entre la pre y post prueba, con el objeto de señalar si hubo cambios en el tiempo, el análisis sobre si hubo o no diferencias entre grupos en la pre y post prueba se aprecia en la figura 4 junto con los resultados de la CREATRIZ.

En la generalidad se perciben cambios entre los grupos a través del tiempo. Se aprecia los grupos 2, 3 y 4 junto con el grupo 5, tienen cambios menores. Algunos de los alumnos de estos tres grupos pasaron de la creatividad media y baja, a creatividad alta. Sin embargo, se aprecia un cambio mayor en el grupo 1 en relación a la diferencia entre la pre-prueba y post-prueba. En lo que respecta al grupo 6, el grupo no demostró cambios en el tiempo, la mayoría sigue quedando en el nivel medio de creatividad.

Ante esta evidencia, y tomando en cuenta los resultados de la post-prueba, la mayoría de los alumnos de los grupos 2, 3, 4 y 5 cuentan con una alta creatividad revelando así que la puntuación alcanzada en la prueba indica que la mayoría de los alumnos tiene su lado creativo extremadamente activo. Carter (2005) indica que la gente que por naturaleza es creativa, continuará siéndolo porque nunca tienen miedo de hacer algo nuevo. También es posible que estas personas hayan alcanzado un grado de éxito en un ambiente creativo, como un diseñador o un escritor. Sin embargo, las personas que tienen una puntuación alta en la prueba no deben dejar de lado la importancia que tiene el desarrollar habilidades analíticas e intelectuales, así como sus talentos creativos.

Por otro lado, los grupos 1 y 6 en la post-prueba, tiene una mayoría de alumnos ubicados en creatividad media, la cual indica, según Carter (2005) que es un grado promedio de creatividad. Aunque se demuestran tendencias creativas, la puntuación máxima de este nivel indica que es posible que la persona carezca de tiempo o de auto confianza para hacer cosas nuevas. Para llegar a ser más creativos, debe ser necesario desarrollar más confianza y tomar riesgos. Generalmente, cualquier puntaje en este grupo sugiere que el individuo está en una posición afortunada ya que es capaz de balancear sus tendencias creativas con argumentos lógicos y analíticos, para convertir las ideas en conceptos realistas en el trabajo. Es importante mencionar que el grupo 6 no tuvo cambios en el tiempo en esta prueba.

Dadas las condiciones anteriores, la mayor parte de los alumnos de los grupos muestra revelan una creatividad alta y media, por lo que sus estándares creativos están dentro de lo normal según Carter (2005).

### *CREATRIZ*

En este apartado se analizaron los resultados de la prueba de CREATRIZ para cada uno de los seis grupos observados, con la finalidad de comparar la pre y post prueba, determinando así si hubo cambios en el tiempo. Esta prueba fue codificada de acuerdo a las posibles relaciones entre las orientaciones, asignándoles un número del 1 al 8, que se muestra como sigue:

1. Repetidor
2. Modificador
3. Retador
4. Práctico
5. Innovador
6. Sintetizador

7. Soñador

8. Planeador

La toma de riesgo fue codificada de la siguiente manera:

1. Alta toma de riesgo (hacia uno mismo)
2. Baja toma de riesgo (hacia otros)

Respecto a la creatividad, fue codificada como sigue:

1. Alta creatividad
2. Baja creatividad

Las frecuencias del pre y post test de la prueba CREATRIZ se muestran en la tabla 24:

Tabla 24

Resultados de la pre y post prueba CREATRIZ entre los grupos muestra en porcentajes

Grupos	CREATRIZ pre-prueba			CREATRIZ post-prueba			
	Orientación	Toma de riesgo	Creatividad	Orientación	Toma de riesgo	Creatividad	
1	1- 29.7	Alta- 48.6	Alta- 29.7	1- 8.1	Alta- 62.2	Alta- 62.2	
	2- 16.2	Baja- 51.4	Baja- 70.3	2- 10.8	Baja- 37.8	Baja- 37.8	
	3- 2.7			3- 5.4			
	4- 21.6			4- 27			
	5- 5.4			5- 13.5			
	6- 8.1			6- 13.5			
	8- 16.2			7- 2.7			
	8- 18.9			8- 18.9			
2	2- 36.8	Alta- 52.6	Alta- 63.2	1- 5.3	Alta- 52.6	Alta- 52.6	
	4- 21.1	Baja- 47.4	Baja- 36.8	2- 5.3	Baja- 47.4	Baja- 47.4	
	5- 10.5			4- 21.1			
	6- 10.5			5- 26.3			
	7- 10.5			6- 15.8			
	8- 10.5			8- 26.3			
	3	1- 13.0	Alta- 43.5	Alta- 30.4	1- 21.7	Alta- 52.2	Alta- 34.8
		2- 8.7	Baja- 56.5	Baja- 69.6	2- 13.0	Baja- 47.8	Baja- 65.2
3- 8.7				3- 8.7			
4- 17.4				4- 8.7			
5- 4.3				5- 13.0			
6- 17.4				6- 17.4			
7- 8.7				7- 8.7			
8- 21.7				8- 8.7			
4	1- 11.5	Alta- 57.7	Alta- 65.4	1- 7.7	Alta- 42.3	Alta- 61.5	
	2- 7.7	Baja- 42.3	Baja- 36.4	2- 3.8	Baja- 57.7	Baja- 38.5	
	4- 11.5			3- 3.8			

Grupos	CREATRIZ pre-prueba			CREATRIZ post-prueba		
	5- 11.5			4- 11.5		
	6- 23.1			5- 23.1		
	7- 3.8			6- 19.2		
	8- 30.8			7- 19.2		
				8- 11.5		
5	2- 10.5	Alta- 68.4	Alta- 73.7	1- 10.5	Alta- 57.9	Alta- 68.4
	4- 5.3	Baja- 31.6	Media- 26.3	2- 10.5	Baja- 42.1	Baja- 31.6
	5- 52.6			4- 21.1		
	7- 5.3			5- 15.8		
	8- 26.3			6- 21.1		
				7- 15.8		
				8- 5.3		
6	1- 10	Alta- 60	Alta- 70	1- 30	Alta- 50	Alta- 50
	3- 10	Media- 40	Media- 30	2- 10	Baja- 50	Baja- 50
	4- 50			4- 20		
	6- 20			5- 10		
	8- 10			6- 20		
				8- 10		

Los resultados arrojaron que en la pre prueba del grupo 1, el 29.7% de los alumnos tienen una orientación de “repetidor” que según The Richard Byrd Company (2005), significa que son personas muy responsables de lo que otros piensan y muy de vez en cuando usan su imaginación, por lo que rara vez piensan de manera no convencional. Muy pocas veces ven la necesidad de planear, porque el pasado generalmente sostiene las mejores lecciones. Ellos apoyan los métodos de control, estandarización, tiempo de estudios, métodos de ingeniería industrial, control de calidad y simplicidad de líneas de producción, resisten nuevas técnicas y sistemas, como la computación y la cibernética.

En la post prueba la orientación que predominó en un 27%, fue la de “práctico” que denota una personalidad con alta toma de riesgo y moderadamente creativos, estas personas hacen que sus ideas funcionen, por lo que frecuentemente se perciben como buenos gerentes. A ellos les gustan las ideas nuevas y llevarlas por los medios más burocráticos de la organización. Son personas orientadas a la acción.

En cuanto a la toma de riesgo, en la pre prueba se observa que un 51.4% de los alumnos tienden a la baja toma de riesgo, sin embargo, en la post-prueba tiende a la alta con una mayoría del 62.2% en toma de riesgo, (lo que coincide con el hecho de que la mayoría en el pos test tuvieron una orientación “práctico”). Finalmente, en relación a la creatividad, en la pre prueba una mayoría del 70.3% demuestra una baja creatividad aunque esto cambia marcadamente en la pos prueba arrojando un 62.2% en alta creatividad.

Esta descripción coincide con el hecho de que el 100% de los alumnos de este grupo cursaban la carrera de Ingeniero Industrial y de Sistemas (IIS), el enfoque de esta carrera hace que los alumnos diseñen o seleccionen procedimientos más eficientes para optimizar el uso de los recursos (personas, maquinaria, información, energía y tecnología), orientados a optimizar la productividad y competitividad de la organización. Así mismo desarrollan planes estratégicos para mejorar la cadena de suministro en forma integral y con un enfoque sistémico, (Tecnológico de Monterrey, 2008). Por lo que la orientación “repetidor” y de “práctico” concuerda ampliamente con el hecho de que a estas personalidades no les importa hacer tareas repetitivas por lo que sustentan un soporte a la organización proveyendo funciones de control.

En cuanto al grupo 2, los resultados arrojaron que en el pre test el 36.8% resultaron con la orientación “modificadores” lo cual muestra personas poco creativas y se ubican en la mitad de la curva de la toma de riesgo. Estas personas raramente descubren un nuevo uso para asuntos antiguos. Por su aparente necesidad de seguir los deseos de los demás, casi nunca son atacados por otros. Sin embargo, este grupo da un giro muy marcado cuando en la post-prueba un 26.3% tuvo una orientación de “innovador” y un 26.3% en “planeador” que por un lado son personas con alta toma de riesgo y creatividad. Siempre tienen nuevas ideas y frecuentemente están dispuestos a dejar sus trabajos dado que no obtienen el apoyo de su organización. Estas personas siempre están llenas de alternativas, intuyen los productos de gran éxito, que deberán aceptarse

de vez en cuando si una organización quiere competir verdaderamente. Continúan creyendo en sus ideas aunque los demás no lo hagan y cuando sus ideas no las acepta una organización, con frecuencia buscan el capital necesario para empezar sus propias empresas. Por el otro lado son “planeadores” quienes piensan en la forma en que las ideas creativas pueden ser implantadas

En la generalidad, en la pre-prueba el grupo 2 tuvo un 52.6% en alta toma de riesgo, misma que no cambió en la post-prueba. En cuanto a la creatividad, tanto en la pre prueba como en la post-prueba es alta con un 63.2% en el primero y un 52.6% en el segundo.

Es importante señalar que el 52.6% de la población total de los alumnos del grupo 2 estudiaban la carrera de Ingeniero Mecánico Administrador (IMA) que según Tecnológico de Monterrey (2008), son profesionistas enseñados a diseñar los componentes de un sistema mecánico, elige los materiales adecuados para su fabricación, selecciona y desarrolla los procesos de manufactura para la transformación de materia prima en un producto terminado, apoyándose en el uso de software y tecnología de vanguardia.

El grupo 3 tuvo un 21.7% en “modificadores” en la pre-prueba, que determina personas que son de algún modo creativos y están en la porción central de la curva normal de la toma de riesgo, toman lo que es y le agregan más. Rara vez descubren o le dan un nuevo uso a un objeto viejo. Posteriormente en la post-prueba un 21.7% se ubican en la orientación “repetidor”, se menciona que son muy responsables de lo que otros piensan y pocas veces usan su imaginación. Rara vez ven la necesidad de planeación, usualmente apoyan métodos de control, estandarización, estudio de tiempos, métodos de ingeniería industrial, control de calidad, y simplicidad de líneas de producción. Se resisten a las nuevas técnicas y sistemas como la computación y la cibernética, pero están ansiosos por agradar.

En cuanto a la toma de riesgo, un 56.5% se ubicó en baja toma de riesgo en la pre-prueba, y un 52.2% en alta toma de riesgo en la post-prueba, lo que indica una diferencia leve en el tiempo.

En cuanto a la creatividad, un 69.6% se ubicó en baja creatividad en la pre-prueba y un 65.2% siguiendo en baja creatividad en la post-prueba. En este rubro, no cambió el estatus de la mayoría del grupo.

Cabe mencionar que el 65.2% de los alumnos de este grupo eran Licenciados en Diseño Industrial (LDI), cuyo enfoque es hacia una formación estético-formal y humanística dado que desarrollan soluciones creativas e innovadoras de productos de uso y de consumo, aplicando tecnologías de vanguardia. Estas personas tienen habilidades para realizar trabajos multidisciplinarios y versatilidad para intervenir en las diversas fases de creación e implementación de un producto, (Tecnológico de Monterrey, 2008). Desde este punto de vista, no se coincide la orientación “repetidor” en la post-prueba con el perfil de esta carrera.

Por otra parte, el grupo 4 en la pre-prueba mostró que un 30.8% de los alumnos tendieron a una orientación de “planeador” que son personas que se orientan hacia los demás, piensan en la forma en que las ideas creativas pueden ser implantadas. Busca que las ideas creativas sean operadas, pero carece de la capacidad necesaria para tomar riesgos. El resultado es que puede hacer planes pero no los puede canalizar. Normalmente no son vistos como amenaza y son respetados por sus contribuciones. En la post-prueba este grupo tuvo un 23.1% en la orientación “innovador”, muy parecidos al grupo 2 que como se mencionó anteriormente, son asociados con nuevas ideas y una gran cantidad de alternativas.

La toma de riesgo en la pre prueba tuvo la mayoría del 57.7%, que bajó con el mismo porcentaje en la post-prueba. La creatividad fue clasificada como alta tanto en la pre prueba como en la post prueba con un 65.4% en el primero y un 61.5% en el segundo.

Haciendo un comparativo de la descripción anterior con el perfil de las carreras de los alumnos, se observa que el 38.5% de la población estudiaban Ingeniería en Mecatrónica (IMT), cuya formación tiene que ver con profesionistas innovadores y emprendedores para impulsar el

desarrollo tecnológico en productos y procesos. El 30.8% estudiaban Licenciado en Diseño Industrial (LDI) que tiene como objetivo formar personas capaces de diseñar objetos y prototipos originales. Estas dos carreras formaron en 76.5% del total de los alumnos, por lo que la orientación “innovador” tiene congruencia en la formación de estos alumnos y en la forma en que ellos se expresan. Así mismo la orientación “planeador”, al ser personas que piensan en como las ideas creativas pueden ser implantadas, también tienen relación con la formación académica de estos alumnos.

Relativo al grupo 5, los resultados de la pre prueba arrojaron que más de la mitad del grupo (52.6%) tuvieron una orientación “innovadora”, que como se ha mencionado en descripciones anteriores, tienen una alta toma de riesgo y una alta creatividad, siempre cuentan con ideas nuevas y muchas alternativas, nunca tienen miedo de tomar riesgos por lo que no están dispuestos a esperar el tiempo adecuado, dado que ven extrema potencialidad en nuevos productos. Irónicamente en la post prueba los resultados demuestran que el 42.2% de los alumnos fueron ubicados en “practico” (21.1%) y “sintetizador” (21.1%). La orientación “practico” se refiere a que son personas con alta toma de riesgo y con creatividad moderada, por lo que hacen que las ideas funcionen porque toma riesgos. Esta persona está orientada a resultados. Por otro lado, la orientación “sintetizador” ubica a las personas como creativas y moderadas en asumir riesgos, es gente orientada a ideas y a la calidad. Su talento se encuentra en tomar las ideas de otras personas, agregando algunas propias y posteriormente adecuando tales ideas a las situaciones existentes.

En relación a la toma de riesgos, la mayoría tanto en la pre prueba (68.4%) como en la post prueba (57.9%) se ubica con alta toma de riesgos. La creatividad también resultó alta en ambas aplicaciones, 73.7% en la pre y 68.4% en la post prueba.



Comparados con la formación profesional, un 47.4% estudiaron Ingeniero en Mecatrónica (IMT) cuya tendencia académica estuvo aplicada a la contribución en la creación de nuevas empresas de base tecnológica e incrementando la productividad en las empresas, tomando en cuenta el impacto social y ambiental. Así mismo se enfocaron a la innovación en el diseño y construcción de dispositivos y máquinas inteligentes (Tecnológico de Monterrey, 2008). La formación académica aunada a la experiencia laboral de estos alumnos sugiere una congruencia en la tendencia de una orientación “innovadora” coincidiendo con alta toma de riesgo y alta creatividad. Así mismo coincide con la orientación “práctico” dado que la formación académica de estos alumnos se orienta a resultados y la orientación “sintetizador” se orienta a las ideas y a la calidad.

Finalmente en el grupo 6, los resultados de la pre prueba indican que la orientación que obtuvo la mitad de los alumnos fue de “práctico” con un 50%, sugiere personas orientadas a la alta toma de riesgos y creatividad moderada. Estas personas hacen que las ideas funcionen debido a que toma riesgos y se orientan a resultados. Analizando la post prueba se hace más congruente al arrojar resultados del 20% en “práctico” y del mismo porcentaje en “sintetizador”, esta última orientación sugiere personas muy creativas y moderadas en asumir riesgos, son personas orientadas hacia las ideas y la calidad, considerándolos como “innovadores socializados”.

La toma de riesgo en la pre-prueba presentó una mayoría del 60% como alta y en la post-prueba el 50% del grupo fue ubicado como alta toma de riesgo. La creatividad fue catalogada como alta con un 70% en la pre y con un 50% en la post prueba.

Las descripciones anteriores son interesantes en el sentido de que al compararlas con la formación profesional de los alumnos se obtuvo un 60% de personas que estudiaron Ingeniería Industrial y de Sistemas (IIS), cuya formación académica, según el Tecnológico de Monterrey, (2008) se enfocó al diseño de procedimientos eficientes para optimizar el uso de recursos

orientados a optimizar la productividad y competitividad de la organización. Lo anterior sugiere que la combinación académica y laboral en el caso de estos alumnos, les ha dado las herramientas para ser personas orientadas a la toma de riesgo y a los resultados, con suficiente creatividad para orientarse a las ideas y a la calidad.

Con el fin de observar cada uno de los grupos para determinar si hubo diferencias en el tiempo, se obtuvo la figura 4, en donde aparece la comparación de los resultados de la pre y post prueba de la prueba de personalidad creativa y la CREATRIZ para cada grupo, cabe mencionar que en la gráfica no se tomó en cuenta las personalidades de la CREATRIZ y se dividió en 2 partes: creatividad, denominada CREA, y la toma de riesgo, denominada TR:

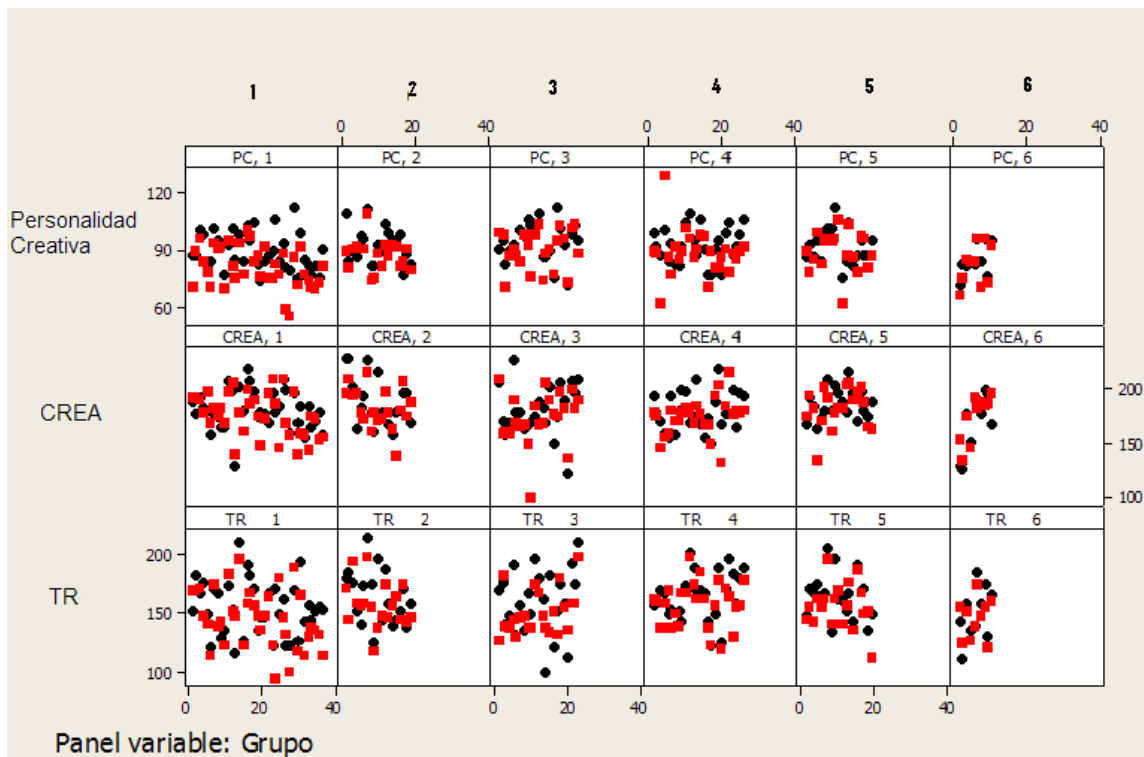


Figura 4. Comparación de los resultados de la pre y post prueba entre los grupos, prueba personalidad creativa y CREATRIZ

En la parte superior de la figura se aprecian los grupos que formaron parte de la muestra, en donde los puntos claros hacen referencia a la pre prueba y los puntos oscuros a la post prueba. La prueba de personalidad creativa es computada como tal, la prueba CREATRIZ, como se mencionó anteriormente, se dividió en dos partes, CREA para la parte creativa y TR para la parte de toma de riesgo.

Como se observa en la prueba de personalidad creativa, entre la pre y post prueba se evidencia en la generalidad de los grupos que hubo una mayor diferencia en el grupo 1, el resto de los grupos permanece prácticamente igual, por lo que se puede inferir que no existe diferencia a través del tiempo.

Con respecto a la prueba CREATRIZ, en la parte del CREA se aprecia en la generalidad que no existe diferencia entre la pre y post prueba. En la parte TR se muestra evidencia de que tampoco existe diferencia entre la pre y la post prueba.

#### *Prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario*

Al analizar los resultados de la prueba de percepción de los estudiantes hacia el ambiente universitario para cada uno de los grupos de la muestra, se obtuvo que no hubo diferencias a lo largo de periodo escolar. La interpretación de la prueba se realizó bajo la codificación de la siguiente tabla:

Tabla 25. Interpretación de la puntuación de la prueba de percepción de los estudiantes hacia el ambiente universitario

100 o más	<b>Excelente.</b> Su universidad es creativa de vanguardia. A cualquiera le conviene estar en esa universidad en este momento.
75-95	<b>Muy bien.</b> Su universidad es creativa (al menos eso parece). Será difícil encontrar una mejor universidad.
50-70	<b>No está mal.</b> Es muy probable que su universidad esté atrayendo gente valiosa y generando suficiente pensamiento creativo para mantenerse en la competencia. Parece que los directivos al menos están procurando ser creativos, así que usted debería ayudar para que la universidad tenga, en un futuro, un mejor resultado al contestar este cuestionario.

25-45	<b>Deficiente.</b> Cuando los directivos de su universidad tengan su próxima reunión, esperemos que las cosas cambien en la dirección correcta. Si no es necesario emigrar.
0-20	<b>Hay que irse.</b> Los especialistas han determinado que la universidad donde usted estudia es peligrosa para su salud física y mental.

Los resultados arrojaron que en el grupo 1 la mayoría de los alumnos consideran que su universidad es creativa, por lo que será difícil encontrar una mejor universidad. En cuanto al grupo 2 y 3, los resultados demuestran que al igual que el grupo anterior, la mayoría de los alumnos se encuentran en la categoría “muy bien”.

Por su parte, en el grupo 4 la mayoría de los alumnos consideran que su universidad “no está mal”, por lo que es muy probable que la universidad esté atrayendo gente valiosa y generando suficiente pensamiento creativo para mantenerse en la competencia.

En cuanto al grupo 5, aunque tuvo leves variaciones, la mayoría de los alumnos de este grupo consideran que su universidad es creativa, por lo que será difícil encontrar una mejor universidad. Finalmente, el grupo 6 arroja resultados en su mayoría consistentes ubicando a su universidad la categoría “muy bien”, por lo que será difícil encontrar una mejor universidad.

Con el análisis de datos de manera descriptiva, se puede observar que existen leves diferencias sobre los datos socio-demográficos entre los grupos de la muestra. Por otro lado, con base en las frecuencias de las respuestas sobre las diferentes pruebas aplicadas, en la generalidad no existen diferencias marcadas entre la percepción de los estudiantes a través del tiempo mediante la aplicación de las pre y post pruebas, solamente se aprecia que hubo diferencia en la prueba de personalidad creativa en lo que respecta al grupo 1, quienes aumentaron sus niveles creativos (según la propia prueba).

### *Análisis inferencial*

Complementando los resultados, se realizó un análisis inferencial de las pre y post pruebas. Para su análisis se utilizó el software MiniTab para gráficas y comprobaciones de normalidad y el Splus para pruebas de normalidad.

Para determinar si los datos obtenidos procedían de una población con distribución normal se llevó a cabo un análisis de contraste de normalidad mediante la prueba Anderson-Darling. El análisis de Kruskal- Wallis apoyó para comparar si los valores obtenidos son significativamente diferentes entre ellos. Con esto se determinó que las pruebas no tienen una distribución normal.

El p-valor se refiere a la probabilidad  $p$  de obtener una discrepancia con la hipótesis nula. Según Kelmansky (s/f) en la práctica se obtiene primero el valor estadístico del test que resulta de los valores observados. Posteriormente se calcula la probabilidad de que la distribución normal estándar se obtenga del valor más alejado que el valor observado del estadístico del test. Esta probabilidad es llamada el p-valor, da el nivel de significancia crítico. Es el nivel que se obtendría al utilizar el valor observado como punto de corte entre la región de rechazo y la región de no rechazo.

Un valor de 0 a .2 puede ser considerado para que exista evidencia de que hubo diferencias significativas. En lo que respecta al presente estudio, se utilizó el p-valor como indicador para diagnosticar la prueba de hipótesis y para saber si la prueba Kruskal-Wallis es confiable.

En la prueba de personalidad creativa los resultados arrojaron un p-valor=0. Es decir, se aprecia una mejoría de la pre prueba a la post prueba.

Por otra parte, el valor Z es una medida de posición relativa, el valor Z describe la posición de una observación  $x$  relativa a la media en unidades de desviación estándar. Un valor Z negativo

indica que la observación está por debajo de la media, un valor Z positivo indica que la observación se encuentra por encima del valor de la media.

La tabla 26 muestra los resultados del p-valor y valor Z con la prueba Wilcoxon de las pruebas de personalidad creativa y CREATRIZ en la parte creatividad y en la parte toma de riesgo:

Tabla 26  
Resultados del p-valor y valor Z para la prueba de personalidad creativa, prueba CREATRIZ en sus dos dimensiones y Prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario

Prueba de personalidad creativa			Prueba CREATRIZ			Prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario		
Valor	Z=	p-valor=	Creatividad	Toma de	valor Z de	p-valor de		
5.9825		0	Valor	riesgo	0.2404	0.405,		
			Z=	Valor				
			3.1098	Z=				
				4.5525				
			p-valor=	p-valor=				
			0.0009	0				

Según los resultados arrojados por la prueba Wilcoxon, se infiere que la prueba de personalidad creativa tuvo mejoría de la pre a la post- prueba en la muestra de los seis grupos. La CREATRIZ en su primera parte (creatividad) no se demuestra diferencias entre la pre prueba y la post prueba, para la segunda parte (toma de riesgo), se acepta que hubo una mejoría entre la pre prueba y la post prueba. Finalmente, en la prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario se infiere que los puntajes de la pre prueba y la post prueba no tienen diferencia.

*Análisis de las diferencias entre los puntajes pre y post prueba por grupos*

La prueba de Kruskal Wallis fue realizada para averiguar si existe diferencia entre los grupos 1, 2, 3, 4, 5 y 6, resultando que no hay diferencia. Los resultados son interpretados a un nivel de significancia del 0.05. A continuación se presenta la tabla 27 para la prueba de

personalidad creativa, CREATRIZ en la dimensión creatividad y toma de riesgo, y la prueba de percepción del ambiente universitario:

Tabla 27  
Diferencias entre las pruebas por grupos

Grupos	Personalidad Creativa Valor Z	Creatriz (creatividad) Valor Z	Creatriz (toma de riesgo) Valor Z	Percepción del ambiente universitario Valor Z
1	2.45	-0.45	0.56	0.68
2	.18	0.28	-0.50	0.41
3	-1.25	0.79	0.94	1.62
4	.01	0.55	0.73	-1.78
5	-1.17	-0.07	-0.00	-0.65
6	-1.08	-1.48	-0.52	-0.49
	p-valor= 0.161	p-valor= 0.701	p-valor=0,869	p-valor=0.326

Según arrojan los datos, en la tabla 27 se observa lo siguiente:

- Prueba de personalidad creativa: No se rechaza que puede haber diferencia entre los grupos.
- Prueba CREATRIZ parte creativa: No hay evidencia suficiente de que exista diferencia entre los grupos.
- Prueba CREATRIZ parte toma de riesgo: No hay evidencia de que los grupos sean diferentes en cuanto a la toma de riesgo de la CREATRIZ
- Prueba de percepción de los alumnos hacia el ambiente universitario: No existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de que los grupos sean iguales con respecto a su puntaje.

*Análisis de las diferencias entre los puntajes pre y post prueba por carreras*

Gráficamente el desempeño de los alumnos, agrupados por carreras en las tres pruebas pre y post fue el siguiente, cabe mencionar que la nomenclatura PC es para la prueba de creatividad, la CREA para la CREATRIZ parte creativa y TR para la CREATRIZ parte toma de riesgo.

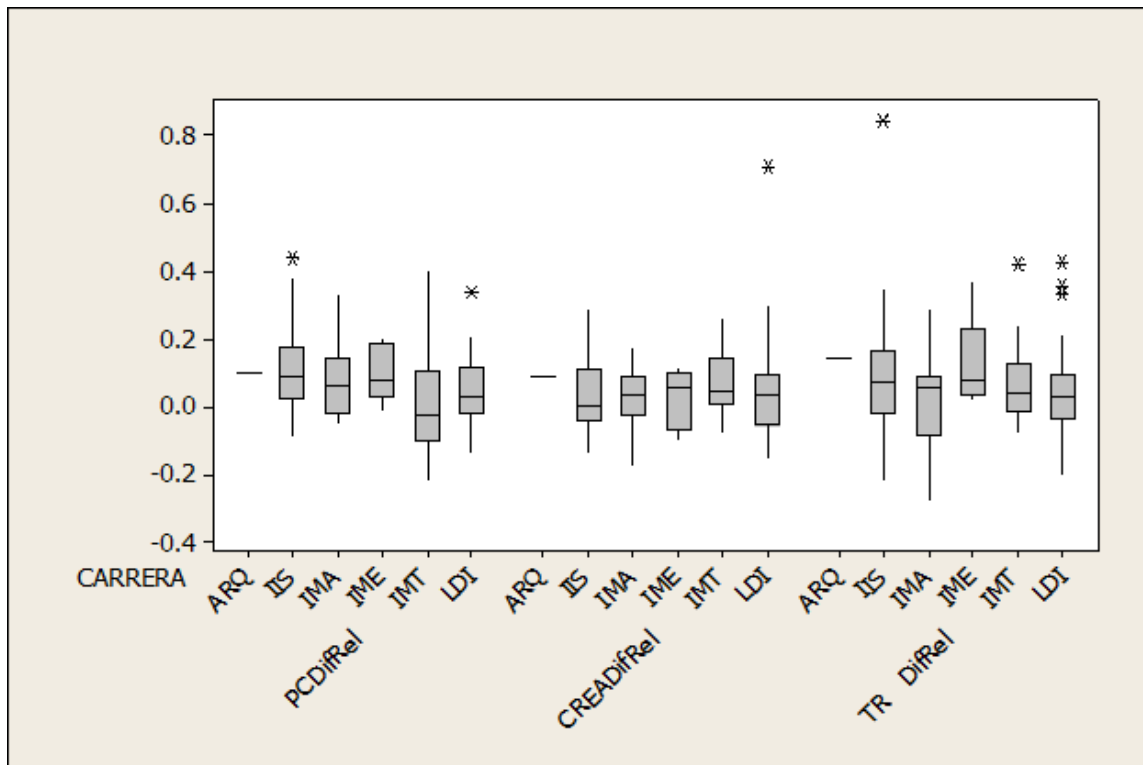


Figura 5. Diferencias relativas por carreras entre las pruebas

Se observa que en la figura 10 se encuentran las diferentes carreras representadas en cada grupo de la muestra. Analizando los datos, se infiere que los resultados son más bien homogéneos, aunque se distinguen los siguientes casos:

- Los Ingenieros Mecánicos Electricistas (IME) obtienen la mayor ganancia en toma de riesgo (prueba CREATRIZ, parte toma de riesgo)
- Los Ingenieros en Mecatrónica (IMT) obtienen la menor ganancia en la prueba de personalidad creativa



- Los Ingenieros Industriales y de Sistemas son los más altos en la prueba de personalidad creativa
- Los casos atípicos no son significativos

Se observa que si hubo diferencia entre la pre y post prueba de los Ingenieros Industriales y de Sistemas (IIS) en la prueba de personalidad creativa. Es importante resaltar que esta carrera estaba representada en un 100% en el grupo 1 y un 60% en el grupo 6, en el resto de los grupos el porcentaje no fue significativo, por lo que para efectos de esta tesis es de suma importancia menciona que la mayoría de los alumnos de carrera Ingeniero Industrial y de Sistemas (representados en el grupo 1) no estuvieron expuestos a las metodologías TRIZ y QFD, ni a ninguna otra herramienta útil para el desempeño de un prototipo innovador como el resto de los grupos.

Sin embargo, al comparar el resultado con el perfil del alumno egresado es ser un profesionalista que diseña o selecciona los procedimientos más eficientes para optimizar el uso de los recursos (personas, maquinaria, materiales, información, energía y tecnología) de un sistema industrial para fabricar un producto o proveer un servicio en un entorno globalizado, (Tecnológico de Monterrey, 2008), junto con las observaciones realizadas en los grupos, resalta el hecho de que dentro de las actividades de aprendizaje del grupo de control había una variedad relacionadas con la realización de casos prácticos y trabajos de investigación, por lo que trabajan con la teoría aplicada en la práctica. Además contaba con el curso en plataforma tecnológica, uso de técnica didáctica y la exposición del profesor se basaba en interacción con ellos. Se infiere que el grupo 1 está orientado a un modelo educativo basado en el desarrollo de habilidades relacionadas con la práctica.

Con el fin de resaltar estas diferencias relativas, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis

como se muestra a en la tabla 28:

Tabla 28. Valor Z y p-valor por carreras en la prueba de personalidad creativa y en CREATRIZ, parte creativa y parte toma de riesgo

<b>Carreras</b>	<b>Personalidad Creativa Valor Z</b>	<b>Creatriz (creatividad) Valor Z</b>	<b>Creatriz (toma de riesgo) Valor Z</b>
Arquitectura	.59	0.76	1.02
IIS	2.21	-0.78	1.01
IMA	0.08	-0.15	-1.10
IME	0.81	-0.09	0.95
IMT	-1.94	1.27	0.09
LDI	-1.68	0.02	-0.85
	p-valor= 0.091	p-valor= 0.787	p-valor=0.546

En la tabla 28 resaltan los IMT en donde el valor Z es de -1.94, lo que quiere decir que estos alumnos tuvieron el rango más bajo en la prueba de personalidad creativa, seguidos de los LDI's que obtuvieron un valor Z de -1.68. Mientras que el valor Z de los IIS de 2.21 demuestra que tienen una diferencia relativa amplia en relación a su creatividad en la prueba de personalidad creativa. El p-valor fue de 0.091 por lo que se sugiere que para la prueba de personalidad creativa por carreras, puede existir diferencia.

Para la prueba CREATRIZ, parte creativa, no hay diferencia entre los grupos. Se aprecia que el p-valor es muy elevado. Para la prueba CREATRIZ, parte toma de riesgo, no hay diferencia entre las carreras. El p-valor es muy elevado, solo los Ingenieros Mecánicos Electricistas (IME) obtienen la mayor ganancia en toma de riesgo.

Se resume que solo en la prueba de personalidad creativa hay diferencias relativas entre las carreras, para la prueba CREATRIZ tanto en la parte de creatividad como en la toma de riesgo, hay diferencias leves entre las carreras.

### *Análisis de la prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario*

Dado que la prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario pretende medir la diferencia de percepción entre los diferentes grupos, se estableció tomarla aparte del resto de las pruebas por ser más bien de carácter cualitativo. En la figura 6 se resume la percepción de los grupos hacia su universidad:



Figura 6. Percepción de los grupos sobre su universidad

Se aprecia que la mayor parte de los alumnos encuentran su universidad como creativa, en su mayoría no hubo cambio en percepción a través del tiempo. Se infiere que no es clara la separación de la cultura entre los diferentes grupos, es decir, no existe diferencia en percepción por parte de los alumnos entre las culturas de las universidades A, B y C.

A manera de resumen se aprecia que en lo correspondiente a la pre y post prueba de personalidad creativa, sobresale que el grupo 1 tuvo diferencias en el tiempo, apuntando a ser mayormente creativos al final del periodo escolar que el resto de los grupos. Cuando se analizó por carreras, los Ingenieros en Mecatrónica aumentan su creatividad en la prueba de personalidad creativa a través del tiempo.

En cuanto a la prueba CREATRIZ no hubo diferencia entre los grupos, sin embargo sobresale que los Ingenieros Mecánicos Electricistas aumentan en la toma de riesgo de la CREATRIZ.

Como información complementaria, se investigaron tres estudios realizados por diferentes autores relacionados con la creatividad e innovación, utilizando la metodología TRIZ, dos de ellos en ambientes similares al de la presente investigación.

El primer estudio hace referencia a Ikoenko (1996), con estudiantes universitarios del MTI, en donde un grupo de control y uno experimental fueron objeto de investigación para medir el aumento de creatividad en los alumnos al enseñarles la metodología TRIZ al grupo experimental. Los resultados demostraron que el grupo que estuvo expuesto al TRIZ generó 80% más conceptos que el otro grupo. La inventiva del grupo experimental fue mucho mayor que la del grupo de control. El experimento también demostró que solo con 24 horas de entrenamiento con TRIZ y su aplicación, puede doblar la habilidad de los ingenieros en la inventiva.

Por otro lado se contó con el estudio de Molina (2005), poco más semejante a la presente investigación en cuanto al manejo de instrumentos, ya que utilizó el test CREATRIZ y la evaluación del Premio Tecnos, además usó la evaluación híbrida tridimensional de la creatividad de un producto. Entre los resultados se observó que las herramientas de creatividad y gestión de la innovación ayudan de manera activa en la realización de productos innovadores y que un

producto creativo es el resultado de un proceso creativo que depende más de las técnicas utilizadas que de la creatividad de la persona.

El tercer estudio es el de Peña (2006), en donde se hace referencia al uso de herramientas creativas desde los primeros semestres de los ingenieros, la autora también lo relaciona con el desarrollo de una cultura creativa. Mediante un diseño cuasi-experimental la autora propuso un proyecto piloto en donde TRIZ fuera parte de los conocimientos de una materia introductoria con el objeto de fomentar habilidades que le permitan al estudiante desarrollar proyectos innovadores durante toda su carrera. Tuvo un grupo de control y uno experimental. Propuso un test de creatividad, (entre otros), en donde los alumnos obtuvieron puntajes diversos. Entre los resultados figura que el grupo de control obtuvo un promedio de calificaciones mayor que el grupo experimental en el test de creatividad.

Para cerrar la parte cuantitativa de este estudio, a continuación se muestran las hipótesis con las que se diseñó la metodología de investigación:

*H1: Los grupos presentan un incremento en los puntajes de las pruebas CREATRIZ, personalidad creativa, y percepción del alumno de su ambiente universitario con respecto a la pre y post prueba*

*H2: Existe diferencia entre los grupos experimentales con respecto al grupo de control*

*H3: Existe diferencia entre los grupos experimentales (con respecto de sus características propias)*

*H4: Existe diferencia entre los grupos experimentales de pregrado y de posgrado*

*H4: Existe diferencia en el incremento del puntaje pre y post prueba entre las carreras representadas en los grupos de la muestra*

A manera de resumen se aprecia que en lo correspondiente a la pre y post prueba de personalidad creativa, sobresale que el grupo 1 tuvo diferencias en el tiempo, apuntando a ser mayormente creativos al final del periodo escolar que el resto de los grupos. Cuando se analizó

por carreras, los Ingenieros en Mecatrónica aumentan su creatividad en la prueba de personalidad creativa a través del tiempo.

En cuanto a la prueba CREATRIZ no hubo diferencia entre los grupos, sin embargo sobresale que los Ingenieros Mecánicos Electricistas aumentan en la toma de riesgo de la CREATRIZ.

En relación a las características de la parte cuantitativa de la presente investigación, de manera general los resultados arrojan que en materia de creatividad hubo diferencias ligeras entre el grupo de control con el resto de los grupos comparándolos uno a uno.

A continuación se describe la parte cualitativa de la investigación.

### *Cultura*

Como se mencionó al principio de este capítulo, el segundo vértice a analizar es el cultural, en donde la parte cualitativa de la investigación tendrá su espacio. En este punto el presente estudio se enfocará al análisis de las encuestas realizadas a los alumnos, las observaciones en el salón de clases, las entrevistas a profesores y su relación con el modelo educativo de las universidades incluidas en la muestra. Lo anterior pretende hacer alusión al efecto que tiene en los alumnos la forma de impartir clases y la práctica docente por cada universidad enfocados al aspecto de innovación y creatividad, de tal forma que tendrá lugar el medio ambiente, la cultura, los factores socioculturales, escolares y organizacionales que influyen en este proceso.

### *Encuestas a alumnos*

Al término del periodo escolar, se aplicó una encuesta a los alumnos que pretende conocer las percepciones que éstos tienen en relación al desarrollo de la innovación y creatividad con uso de las metodologías que se vieron en el periodo escolar, la experiencia al aplicar TRIZ/QFD en el

prototipo final y su apoyo en el desempeño laboral, su percepción sobre generar soluciones creativas, la impresión que tienen sobre la influencia de su educación universitaria para desarrollar habilidades creativas e innovadoras y su sensación sobre el apoyo que ofrece el país a la innovación. La encuesta se puede observar en el Anexo D, y las respuestas codificadas por alumno en el Anexo E.

Dado que la encuesta fue realizada con el fin de conocer si los alumnos habían hecho conciencia de las metodologías TRIZ/QFD y el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, cabe mencionar que por razones obvias fue diseñada solamente para los grupos experimentales tanto de pregrado como de posgrado, por lo que el número total de alumnos encuestados fue de 97. Con respecto a la pregunta “¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?”, 62 alumnos mencionaron que si, y 35 mencionaron que no.

Las respuestas positivas se agruparon entre los grupos de pregrado y de posgrado, dado. Entre las respuestas generales se mencionaron aspectos relacionados con el desarrollo de innovación y creatividad dado que las metodologías ayudan a estructurar ideas identificando problemas para encontrar soluciones rápidamente, se abre un panorama que apoya en la obtención de un producto teniendo una mejor visión del diseño requerido. Para la mayor parte de los alumnos, el aprendizaje de estas metodologías significa un reto que se afronta de manera sistemática. Además los alumnos mencionaron que ofrecen un crecimiento personal y que apoyan en el desempeño laboral mediante la mejora continua, debido a que fueron capaces de tener una mayor visión en las actividades porque conceptualizaron la aplicación de las herramientas. Algunos de los comentarios individuales más relevantes se observan en la tabla 29:

Tabla 29

¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?, aspectos positivos.

Concepto	Comentarios de pregrado	Comentarios de posgrado
Uso de metodologías para el desarrollo de innovación y creatividad	<p>“Si, creo que mi idea de diseñar era más simple, ahora sé todo lo que involucra un diseño” (PU07)</p> <p>“Definitivamente TRIZ y SSD en especial, creo que abrieron mi panorama” (PU12)</p> <p>“Si, nos enfrentamos al reto más grande que hay: una hoja en blanco” (PT05)</p> <p>“Quizá sí, ya que me consideraba una persona con cero creatividad y pudimos poner en práctica lo aprendido”(PT13)</p>	<p>“Si, además el curso fue un último semestre de alto aprendizaje donde siento que maduré y que me quedé con ganas de seguir aprendiendo más”</p> <p>“Si, me ayudaron a estructurar la manera de innovar o modificar productos” (PGT03)</p> <p>“Si, creo que la creatividad es algo innato pero aprender y tener una manera sistemática y ordenada de usar nuestra inventiva es más efectivo y productivo” (PGJ05)</p> <p>“Si, te da otro panorama que anteriormente no tenía a mi alcance”.(PGJ06)</p> <p>“Actualmente me encuentro en un puesto de transferencia de productos nuevos, sirvo para “traducir” la innovación y creatividad de los diseñadores al área de manufactura o producción. En ocasiones ayudo en la lluvia de ideas, por lo tanto si me ayuda” (PGJ07).</p>

Se observa en general que los comentarios de los alumnos de pregrado se relacionan con la idea de la creatividad en el diseño de productos y de la innovación. Por otra parte, los comentarios de los alumnos de posgrado se encuentran más enfocados a la parte laboral. En este punto se hace referencia a Selby, Shaw y Houtz (2005) cuando mencionan que la creatividad no es un trabajo fácil, para ello se necesita no solo el pensar en alguna idea, sino saber usar herramientas o poseer habilidades que permitan generar soluciones creativas. Esto se relaciona directamente con las entrevistas realizadas a los profesores cuando mencionaban que dentro de las actividades que desarrolla el TRIZ y QFD uno de los profesores mencionaba que lo que se buscaba era que el alumno fuese capaz de relacionar información, además de que el propósito final era el desarrollar habilidades de innovación y creatividad.



Sin embargo, contrario a los comentarios anteriores, algunos alumnos consideran que el uso de las metodologías que vieron a lo largo del periodo escolar no propician el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, son cuadradas y no se tuvo el suficiente tiempo para aplicarlas. En la tabla 30 se presentan algunos de los comentarios que se pudieran clasificar como negativos:

Tabla 30

¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?, aspectos negativos.

Concepto	Comentarios pregrado y posgrado
Uso de metodologías para el desarrollo de innovación y creatividad	“No ayudaron en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, es extremadamente aburrido y demasiado cuadrado” (PTT05)
	“Si desarrollo mi habilidad de innovación, pero la creatividad no, ya que es muy metódico todo y no hubo mucho tiempo para dedicarse a lo creativo y estético” (PTT13)
	“Creo que no desarrollé mucho mis habilidades de innovación, pero si aprendí herramientas para trabajar mejor un proyecto” (PTT25)
	“No, creo que desarrolle habilidades para hacer lo que pienso de la manera más simple” (PU30)
	“Pues más que desarrollar habilidades para innovar y crear pienso que me hice más crítico y perfeccionista al encontrarle peros o restricciones a las cosas”(PT03)
	“La verdad no, sólo aprendía estructurar mis ideas para lograr un mayor entendimiento de estos” (PT04)
	“Un poco, que no se tuvo la parte de poner en práctica el diseño. Se repitieron muchos temas vistos durante la carrera” (PGT14)

Se observó de manera generalizada que no hay mucha diferencia de percepciones entre los alumnos de pregrado entre las universidades A y C, sin embargo los alumnos de posgrado se enfocan más hacia las aplicaciones laborales. La mayoría de los alumnos percibieron que desarrollaron habilidades de innovación y creatividad, contrario a la medición del pre y post test en donde los resultados arrojaron muestras significativas de que la creatividad “aumentó” en el

periodo escolar. Por otra parte, hubo alumnos que se dieron cuenta de que no se consideraban creativos y el uso de las metodologías les ayudó a sistematizar sus ideas llegando hasta un diseño más eficaz. La otra cara de la moneda se mostró cuando algunos alumnos sintieron que no desarrollaron habilidades de innovación y creatividad dado que las metodologías no les ofrecieron más que lineamientos y formas estructuradas de hacer las cosas, es decir, mientras unos fundamentan la innovación y creatividad en la estructura de las herramientas, otros piensan que no es adecuada para desarrollar pensamientos creativos e innovadores.

Con respecto a la pregunta “¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?”, en las respuestas generales de los alumnos se aprecia que conocieron bien la metodología QFD dado que se analizó lo que el cliente necesitaba ayudando a ver los parámetros que se pueden mejorar, por otro lado consideraban que TRIZ ayuda a mejorar este diseño por medio de la solución de problemas. Los alumnos vuelven a percibir que la experiencia implicó retos que finalmente los enriquecieron en conocimiento mediante la generación de ideas para la solución de problemas ayudando a definir mejor el concepto. La mayoría de los alumnos sintió que tuvieron una clara visión del producto porque pudieron descartar variantes de diseño. Les quedó muy claro que el TRIZ y el QFD apoyan en la obtención de investigaciones robustas antes del desarrollo de productos. Además se centraron en la importancia de la innovación por medio de pasos o reglas para la mejora continua. Finalmente la mayoría de los alumnos consideró que las metodologías tienen mucha aplicación laboral.

Vale la pena resaltar algunos comentarios individuales tanto de los alumnos de pregrado como de los de posgrado, se aprecian en la tabla 31:

Tabla 31

¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?, aspectos positivos.

Concepto	Comentarios de pregrado	Comentarios de posgrado
Experiencia en aplicación de TRIZ y QFD en el prototipo final	“Me sorprendió que existieran metodologías tan completas que lo asesoran a uno para la creación de un producto” (PT05)	“Fue muy útil ya que había partes del producto/diseño que ni siquiera estábamos contemplando y que salieron a la luz al aplicarlos. Además se generaron más ideas y posibilidades, te orienta hacia dónde dirigir tus esfuerzos” (PGJ05)
	“Me di cuenta que algunas cosas ya las había aplicado sin saber las metodologías” (PU30)	“La forma y el resultado fueron más eficientes y directos, comparándolo con la antigua forma de hacerlo. Son hitos más poderosos pero requieren de mucha experiencia” (PGT11)
	“Donde más me ha sido útil es en la empresa al momento de aplicarlo a una línea de producción” (PU16)	“Las contradicciones inspiran hacia nuevos caminos” (PGT02)
	“Muy buena, se aclararon lagunas que tenía nuestro prototipo” (PT23)	“Utilizar las metodologías TRIZ y QFD me ayudó a enfocarme al objetivo del proyecto y resolver contradicciones aplicando diferentes modos de solución” (PGT08)
	“La inventiva se puede sistematizar” (PU02)	“Hizo más metodológico y estable el proceso de encontrar solución clave para las contradicciones técnicas” (PGT10)
		“Me ayudó a entender que es lo que hay en el mercado, y donde está la oportunidad (contradicción) que me puede permitir entrar” (PGT13)
		“Es bueno salir del paradigma y explorar otras soluciones” (PGT12)
		“Conocer las metodologías, su estructura y emplearlas para solucionar un problema (TRIZ), y antes de esto, identificar donde atacarlo” (PGT09)
		“Son herramientas útiles que me gustan por la interacción que crean al usuario utilizando software y parametrizando todo” (PGT03)
		“Ayudaron a aclarar varias dudas

Concepto	Comentarios de pregrado	Comentarios de posgrado
		despejadas en la práctica, ya que no es lo mismo ver de manera teórica, de esta manera entendí la aplicación del TRIZ” (PGJ01)
		“Fue interesante, ya que poco a poco se demostró como la aplicación de éstas fue auxiliar en la resolución de diseño del prototipo” (PGJ03)
		“Es darle una metodología a las ideas que van surgiendo, ayuda a entender los pasos y procesos para logara un diseño exitoso. TRIZ también ayuda a empezar desde cero” (PGJ06)

Como se observa, los comentarios de los alumnos de pregrado se enfocan la solución y generación de ideas para una mejor definición del concepto y una clara visión del producto. Mientras que los alumnos de posgrado hacen comentarios más profundos y mayormente enfocados a la productividad laboral, al conocimiento profundo de la herramienta, a la exploración de nuevas soluciones y al uso metodológico para encontrar ideas. Este aspecto se relaciona con la entrevista a los profesores en donde indicaron que el objetivo de enseñar TRIZ y QFD por un lado era para que aprendieran a estructurar las necesidades de los clientes y por el otro para que aprendieran a pensar “fuera de la caja” con el fin de que tuviesen resultados innovadores en sus proyectos finales.

Aun y que se observa que los alumnos tuvieron experiencias muy positivas en la aplicación de las metodologías TRIZ/QFD, también hubo alumnos que no tuvieron las mismas experiencias y las relacionaron con la falta de tiempo para la aplicación de las metodologías y con la “no aplicación” dado que no las necesitaron, los comentarios se presentan a continuación:

Tabla 32

¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?, aspectos negativos.

Concepto	Comentarios pregrado y posgrado
Experiencia en aplicación de TRIZ y QFD en el prototipo final	<p>“En el caso de nuestro equipo confirmó lo que pensábamos, sin embargo no hubo el suficiente tiempo para aplicarlas correctamente” (PGT14)</p> <p>“Ayudó en la modificación de parámetros y sobre todo a economizar elementos, aunque para ser sincero, el TRIZ solo nos fortaleció ideas más allá de generarlas” (PGT07)</p> <p>“Batallamos porque hubo cosas que no sabíamos cómo llenar” (PGJ10)</p>

Se aprecia que los alumnos toman en cuenta que las metodologías los ayudan a poner en orden sus ideas y a actuar respecto a ese orden, lo que hace que ellos lleguen a crear un producto con mayores bases metodológicas. Se percibe que los alumnos de posgrado hacen comentarios más profundos en el sentido de que trasladan sus conocimientos teóricos, no solo al proyecto final, sino a su área laboral. Contrario a esto, la mayor parte de los alumnos de pregrado no han tenido la oportunidad de aplicar las metodologías en su área de trabajo, por lo que se llega a la suposición de que restringe su apreciación hacia la herramienta. Sin embargo, se observa que todos los alumnos entendieron las metodologías, a la mayoría de ellos les apoyó en encontrar las soluciones a los problemas y a orientar su proceso creativo. Por otro lado, la barrera más grande con la que algunos alumnos se toparon fue la falta de tiempo al aplicar las herramientas dado que no alcanzaron a darse cuenta de su utilidad total.

Cuando se preguntó a los alumnos de pregrado y de posgrado “¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?”, se encontró una respuesta de 87 personas que consideraban que si había aumentado su capacidad para generar soluciones creativas y 10 alumnos que mencionan lo contrario. Entre las respuestas generales de los alumnos se encontró que las metodologías les ofrecieron amplitud de soluciones por medio del conocimiento de nuevos métodos para la solución de problemas. La mayoría de los alumnos percibieron que las

herramientas aumentan las habilidades creativas, aspecto que no coincide con la parte cuantitativa de esta investigación dado que la aplicación de las pruebas comparadas entre el pre test y el post test no arrojan diferencias significativas en el aumento de creatividad e innovación en los alumnos, sin embargo, éstos son quienes mencionan que el uso de las herramientas si hizo que sus habilidades innovadoras y creativas aumentaran.

Otro de los aspectos que los alumnos perciben de manera generalizada es que se les abrió el panorama en cuanto al conocimiento de nuevos métodos para resolver problemas y romper paradigmas donde muestran que la creatividad puede ser un proceso ordenado.

Los comentarios individuales se presentan a continuación:

Tabla 33

¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?, aspectos positivos:

Concepto	Comentarios pregrado	Comentarios posgrado
Aumentó capacidad de soluciones creativas	“Si, porque yo me consideraba con falta de creatividad pero con éste método puedo explorar esa área” (PTT07)	“Tal vez no tanto como aumentar, pero promete aumentar la generación de soluciones, no es un desarrollo de un minuto a otro, es toda una actitud” (PGT11)
	“Creo que me ayudó a no estancarme en ideas iniciales y a buscar mejores soluciones” (PU18)	“Creo que el TRIZ es la herramienta más valiosa y de alguna forma permite desarrollar la creatividad” (PGT04)
	“Si, un poco, se dónde buscar y como hacerlo” (PTT04)	“Si, en un nivel alto pues me dio la facilidad de sistematizar mi proceso creativo” (PGT10)
	“Más que aumentar mi capacidad siento que me brindó una herramienta que puedo aplicar cuando yo quiero” (PTT03)	“Completamente seguro, esta clase tiene como base desarrollar el aspecto creativo del individuo” (PGT01)
	“Si, me di cuenta que a pesar de llegar a una solución factible, ésta siempre se puede mejorar” (PU12)	“Todo estructurado es mejor” (PGT16)
	“Si, porque pienso en las soluciones varias veces y veo como se pueden mejorar al compararlas con otras” (PU25)	“Si, más que la capacidad ahora conozco herramientas que me ayudarán siempre a estar incrementando la capacidad creativa” (PGT03)
	“Si bastante, sobre todo despejó mi	“Considero que aumentó la visión, el enfoque para la aplicación de soluciones

Concepto	Comentarios pregrado	Comentarios posgrado
	mente, me ayudó a ver todo en una perspectiva más clamada y relajada no tan cerrada” (PT04)	creativas y que día a día llevamos a cabo esta actividad” (PGJ01)
	“Tal vez, porque aunque fue trabajo en equipo, pudimos desarrollar esta habilidad” (PT13)	“Creo que sí, o al menos aumenta la confianza en que se es capaz de generar ideas creativas” (PGJ05)
		“Si, tengo más herramientas que ayudan al desarrollo de más y mejores ideas sobre todo. No soy el mismo desde la innovación antes y después” (PGJ06)
		“Si, las metodologías revisadas ayudan en el proceso de análisis y diseño de productos y no solo a actuar con base a chispazos” (PGJ12)

Junto con los comentarios de los alumnos, es necesario traer a relucir que los profesores en las entrevistas mencionaron que dentro de los elementos educativos necesarios para desarrollar la creatividad e innovación, uno de los profesores mencionó que los Licenciados en Diseño Industrial (LDI) tienen más oportunidad de ser creativos, aspecto que en la generalidad se contrapone con las estadísticas que arrojaron la comparación en el tiempo entre el pre y el post test dado que éstos alumnos no fueron los que tuvieron una “ganancia” significativa en el aumento de creatividad, sino que fueron los Ingenieros Mecánicos Electricistas (IME) los que sobresalieron en este aspecto y como dato adicional los Ingenieros en Mecatrónica (IMT) fueron los que tuvieron un “descenso” en su creatividad en relación con los test. Sin embargo los tres profesores asintieron en que los alumnos generalmente son creativos.

Sin embargo algunos alumnos no tuvieron este tipo de percepciones, sus comentarios se clasifican en aspectos relacionados a: falta de entendimiento de las metodologías, solo es uso de metodologías y hay procesos que limitan, se presentan a continuación:

Tabla 34

¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?, aspectos negativos:

Concepto	Comentarios pregrado y posgrado
Aumentó capacidad de soluciones creativas	“La verdad es que no mucho, pero se me dio una herramienta para comenzar el diseño” (PU12)
	“¡No! No comprendí bien las metodologías, involucran demasiada terminología y conceptos que me aburren y no me permiten diseñar a gusto. Siento que me atan las manos para diseñar” (PTT05)
	“No mucho, solo consiste en utilizar herramientas” (PU13)
	“No, creo que sigue siendo la misma, tal vez aplicando la herramienta aumentan las soluciones más sin la herramienta creo que sigo teniendo la misma creatividad” (PU17)
	“Se mantuvo igual, pienso que aprendí un filtrado pero que lo aplico después de la idea, no antes de que llegue la idea” (PT06)
	“Un poco, aunque a veces todos estos procesos te limitan un poco, no son libres” (PT12)
	“No, siento que me ayudó a estructurar mis ideas, pero no siento que me ayuda a ser más creativa” (PT17)

Se percibe que la mayor parte de los alumnos, tanto de pregrado como de posgrado, tienen una apertura mental hacia nuevas alternativas y se dieron cuenta que aumentó su capacidad de encontrar soluciones a un problema, ahora conocen las herramientas y se sienten capaces de utilizarlas para encontrar soluciones creativas. Los alumnos de posgrado, además conciben que la estructura de las metodologías les permite ser más creativos en su desempeño profesional dado que aumentan su visión en la concepción de un problema y su solución creativa. Ellos mencionaron que para desarrollar sus habilidades creativas fue necesario tener autoconfianza, aspecto que se asemeja a la respuesta de uno de los profesores al decir que “probablemente necesitan desarrollar autoconfianza en el sentido de que si pueden desarrollar cosas nuevas” (profesor c).



No obstante, la minoría de los alumnos mencionó que no hay flexibilidad en las metodologías, todo es estructura por lo que no se sienten libres para diseñar, además algunos alumnos piensan que las herramientas solo aumentan las soluciones, no la creatividad.

A los alumnos se les preguntó “¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?, ¿porqué?” Sobre esta pregunta, 89 alumnos dijeron que si, 8 que no o que dependía el área donde laboraran. Entre las respuestas generales se mencionó que si, en efecto, son herramientas útiles para el diseño porque ayudan a determinar necesidades de los clientes, además de separar el problema en partes y ofrecer soluciones. Algunos alumnos se enfocaron a que las metodologías organizan, sintetizan y evidencian metodológicamente la problemática y las ideas para solucionarlas creando resultados óptimos.

Los comentarios individuales se muestran en la tabla 35:

Tabla 35

¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?, ¿porqué?, aspectos positivos.

Concepto	Comentarios pregrado	Comentarios posgrado
TRIZ y QFD en el desempeño laboral	“Claro que apoya en lo laboral, cuando hay un problema y no se sabe realmente que es, estas herramientas son buenas generadoras de ideas” (PTT12)	“Si, porque son metodologías probadas” (PGT20)
	“Si apoyan porque habitualmente utilizaba otras metodologías más largas” (PTT21)	“Si, porque te conviertes en una personas más capaz” (PGJ05)
	“Si apoyan porque ayuda a separar tu problema en partes y buscar diferentes soluciones” (PTT01)	“Si porque es necesaria la creatividad, y actualmente hay mucha gente creativa y competitiva” (PGT06)
	“Si, porque teniendo cualquier problema es que éstos métodos son los más eficientes para arreglar y resolver los problemas presentados” (PU07)	
	“Si, se puede aplicar a muchos aspectos laborales, se facilita el	

Concepto	Comentarios pregrado	Comentarios posgrado
	proceso de solución de problemas” (PT25)	
	“Si, son herramientas que ahorran tiempo y sirven para mejorar un diseño y hacerlo más óptimo” (PU14)	
	“Si, porque ya lo apliqué en un trabajo en SEMEX y me ha facilitado a desarrollar productos” (PU27)	
	“Si, porque se puede aplicar en muchas áreas no solo en productos” (PU31)	
	“Si, porque siguiendo una metodología hay menos oportunidades para cometer errores y el producto final es mejor” (PT17)	
	“Si, porque son herramientas que ayudan a ver todo tipo de posibilidades, abre la imaginación” (PT22)	

Es necesario resaltar el hecho de que en los grupos de pregrado el 70.5% de los alumnos no tenían un trabajo en ese momento mientras que los alumnos de posgrado que no tenían trabajo fue del 31% y solo un 20.7% de ellos nunca había trabajado. Por lo que se infiere que la mayoría contesto de forma subjetiva que las metodologías TRIZ y QFD si pueden ayudarlos en su desempeño laboral.

A pesar del entusiasmo mostrado por la mayor parte de los alumnos, hubo algunos que no tuvieron esa percepción, sus razonamientos fueron encaminados a que son herramientas sin libertad creativa, pérdida de tiempo y no es un área de interés, sus comentarios se encuentran en la tabla 36:

Tabla 36

¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?, ¿porqué?, aspectos negativos.

Concepto	Comentarios pregrado y posgrado
TRIZ y QFD en el desempeño laboral	<p>“Son metodologías estándares que todos los diseñadores utilizan estoy de acuerdo, sin embargo, una idea creativa no se obtiene tan directamente de ahí” (PGT09)</p> <p>“El QFD me pareció que no se usa mucho en lo que quiero, pero de igual manera puede ser útil” (PGT15)</p> <p>“Si, pero no las usaría porque son herramientas muy encajonadas y sin libertad” (PTT05)</p> <p>“Se perdió mucho tiempo” (PU29)</p> <p>“No planeo trabajar en el desarrollo de proyectos” (PT03)</p> <p>“Probablemente sí, pero sinceramente no me inspira utilizar por su carácter encajonado y sin libertad” (PTT05)</p> <p>“No, porque no planeo trabajar en desarrollo de proyectos, pero si llegara a trabajar en desarrollo, sí sería útil el TRIZ y QFD” (PT01)</p> <p>“Posiblemente, dependiendo del trabajo que realice” (PGT18)</p> <p>“Depende, son metodologías que funcionan muy bien si se aplican con tiempo y el tiempo no es una comodidad que se tiene todo el tiempo” (PGT14)</p> <p>“TRIZ y QFD si empezarían a aplicarla si estuviera en un área en mi empresa que diseñe productos, espero y en el futuro ésta exista” (PGJ06)</p>

Se aprecia que los alumnos en su mayoría consideran que tanto el TRIZ como el QFD son herramientas que les proporcionan respuestas a sus problemas de diseño de una forma metodológica, y haciéndolos pensar creativamente, con lo cual se asume que los alumnos entendieron bien los propósitos de ambas metodologías. Además, se observa entre los comentarios de los alumnos de posgrado que enfocan la utilidad del TRIZ y QFD a la empresa, ya que las ven como herramientas que les permiten competir laboralmente y participar como

miembros activos en las ideas que se generan en sus departamentos, además que ahorran tiempo y dinero.

En general los alumnos percibieron que tanto el TRIZ como el QFD hacen pensar “fuera de la caja” porque son herramientas para fomentar la creatividad. Estas herramientas se pueden aplicar en muchas áreas no solo en productos porque ocasiona menos errores. En relación con los comentarios de los profesores se enfocaron al hecho de que las metodologías TRIZ y QFD si pueden apoyar al desempeño laboral de los alumnos, se les da la herramienta para que ellos la apliquen cuando sea necesario, aunque uno de los profesores mencionó que no tenía forma de verificarlo. Sin embargo, hay alumnos que consideran las metodologías como “cuadradas” ya que no les permiten flexibilidad de pensamiento.

Con el objeto de indagar sobre la percepción que tienen los alumnos con respecto al apoyo que reciben de su universidad en torno a la creatividad e innovación, se les preguntó “¿Crees que tu educación universitaria te ayudó a ser una persona creativa o innovadora?”, se encontró que 81 alumnos dijeron que si, mientras que 16 alumnos mencionaron que poco o nada. Los comentarios generales se orientaron a aspectos relacionados con la implementación de teoría y práctica como fomento de la creatividad, así mismo la expresión libre de ideas para crear productos. Algunos alumnos se inclinaron a que sobre todo las metodologías e información que son enseñadas en las escuelas serán de gran ayuda en muchos proyectos. Muchos coinciden al decir que conforme avanza la carrera la creatividad aumenta porque se abre la mente para ver las cosas desde otra perspectiva. Vale la pena resaltar algunos comentarios individuales de los alumnos:

Tabla 37

¿Crees que tu educación universitaria te ayudó a ser una persona creativa o innovadora?, aspectos positivos.

Concepto	Comentarios pregrado	Comentarios Posgrado
Universidad como fuente de creatividad	“Si, estudio una carrera de creación e innovación y mi educación hace que se desarrolle más” (PU31)	“El conocimiento permite que una persona sea más creativa, sin embargo hay que complementarlo en otras herramientas” (PGT04)
	“Si, por medio de muchos proyectos, mi creatividad se ha incrementado solucionando diferentes tipos de obstáculos” (PTT29)	“Si, la carrera de ingeniería industrial y la maestría en manufactura me han dado herramientas útiles para llegar a soluciones creativas en problemas cotidianos” (PGT10)
	“Si, ya que he desarrollado mi creatividad y capacidad de observación y búsqueda de formas nuevas” (PTT13)	“Definitivamente, es una evolución gracias a las herramientas adquiridas” (PGT11)
	“Si, te da una nueva estructura mental” (PTT02)	“La licenciatura no mucho, sin embargo la maestría sí” (PGT08)
	“Si, pues básicamente mi carrera se basa en creatividad e innovación” (PTT28)	“Si, creo que el enfoque de esta universidad tiene mucho de eso” (PGT01)
	“Más que ser más creativo, desarrolló un potencial interior al brindarme herramientas relevantes para atacar los problemas de mi interior” (PTT03)	“Si, me ayudó ya que cada maestro me enseñó cosas nuevas” (PGT15)
	“Si, aunque creo que se nace con ello” (PU15)	“Si, gracias TEC, espero volver a hacer maestría ya quedé con ganas de seguir participando en proyectos retadores” (PGT03)
	“Si y no, en ocasiones la creatividad ya la tenemos solamente nos ayudan a expresarla con mayor claridad” (PU16)	“Sí, pero lo que también me ayudó muchísimo fue el trabajar en empresas al mismo tiempo que estudiar la carrera” (PGJ02)
	“Si, con las diferentes materias y conocimientos adquiridos siento que tengo más campo para innovar y más herramientas” (PU17)	“En cierta medida sí, ya que te ayuda a pensar y conocer que hay un mundo de opciones y conocimiento por explorar, pero hubo poco proyecto donde se aplicaran las metodologías de creatividad e innovación desde cero” (PGJ03)
	“Hasta esta materia, antes no creo que haya sido” (PT13)	“Si, sin lugar a dudas, debe sentirse uno motivado por este ramo de la innovación, pero ya con las herramientas que la escuela te da, puedes maximizar tus capacidades” (PGJ06)
“Si, puedo considerar más cosas en mis ideas y resolver problemas		

Concepto	Comentarios pregrado	Comentarios Posgrado
	desde nuevas perspectivas” (PTT04)	“La verdad es que mi formación profesional y mi experiencia laboral me han dado las mejores armas para ser más creativa” (PGJ09)
	“Si, aprendo cosas nuevas por lo tanto estoy más en ventaja de los demás” (PT06)	
	“Si, aunque se necesita que uno ponga de su parte para ser creativo e innovador” (PT09)	

A pesar de lo elocuentes que pueden llegar a ser los comentarios anteriores, algunos alumnos opinaron lo contrario diciendo que la universidad bloqueó sus capacidades creativas, consideraban que lo creativo viene de nacimiento, y que lo que realmente desarrolla habilidades es la experiencia laboral. Los siguientes son los comentarios que hicieron:

Tabla 38

¿Crees que tu educación universitaria te ayudó a ser una persona creativa o innovadora?, aspectos negativos.

Concepto	Comentarios pregrado y posgrado
Universidad como fuente de creatividad	“Me ayudó a ser más metódico en mis pensamientos pero fuera de eso, ya creo que todo lo contrario” (PGT14)
	“No, me ayudó a concretar formas de solución de problemas y experiencia en ello, pero no en generar soluciones” (PGT07)
	“Pienso que me ayudó a tener una nueva perspectiva y a desarrollar muy poco mi creatividad, pero mi concepto es que la creatividad depende mucho de la persona, se debe estar desarrollando continuamente” (PGT13)
	“Más que nada a aplicar la inventiva porque la creatividad creo que es innata” (PGT20)
	“Definitivamente si, pero definitivamente este curso no” (PTT05)
	“No, me la dio mi experiencia laboral de 13 años y mi padre” (PU32)
	“Algo, me han dado herramientas para ver soluciones alternas” (PU12)
	“No creo que por ella me hice creativo o innovador, pero si ayudo a ser más y despertar ideas” (PT27)
“No, lo creativo viene de nacimiento” (PT01)	

Con los comentarios de los alumnos se deja entrever que la mayoría de ellos sienten que la educación universitaria que han recibido les ha apoyado en el desarrollo de la creatividad e innovación, al parecer ellos toman toda la experiencia que les ha dado las clases, los maestros y sobre todo, la oportunidad de realizar proyectos que los impulsen a ver el lado práctico de su conocimiento. Consideran que en clase se presentan retos para obligar a pensar, lo que coincide con uno de los profesores al mencionar que “una de las formas de promover creatividad es el reto” (profesor b). Finalmente comentan que conocimiento+herramientas=creatividad, la teoría combinada con el trabajo= mayor creatividad.

Los profesores mencionaron en la generalidad que sus universidades si propician elementos para que los alumnos sean creativos e innovadores, tanto el profesor “b” como el “d” mencionaron que su universidad tiene la cultura de retos entre profesores y alumnos por medio de las cátedras de investigación y algunos experimentos que se han dado sobre el fomento de la creatividad.

Por otra parte, regresando a la encuesta de alumnos, los de posgrado se deja sentir una conciencia más profunda de las habilidades que han desarrollado a lo largo de su desarrollo profesional, ya que algunos de ellos mencionan que las herramientas aprendidas les son útiles en su desarrollo profesional. No obstante, es importante resaltar que aun que la mayoría considera que la universidad si los apoya en el desarrollo de ciertas habilidades que les ayudan en el desempeño laboral, hay otros alumnos que mencionan que la universidad ha evitado ser creativos, que no les ayuda a generar soluciones, que la experiencia la da el trabajo, no la escuela, y algunos piensan que la creatividad es innata, que no se desarrolla por otras fuentes.

Basados en autores como Etzkowitz y Leydesdorff (1997) quienes señalan que la justificación futura de la investigación académica depende de reconocer su contribución al

desarrollo empresarial y regional y al papel de las universidades en la producción del conocimiento, y Azagra (2003) al decir que las universidades han optado por interactuar con las empresas de forma deliberada y a un ritmo en aumento, la última pregunta que se les hizo a los alumnos se relacionaba con el apoyo que ofrece el país a la innovación, entre los comentarios más comunes se encontró que el país ofrece fondos económicos y premios a la investigación por medio del desarrollo de nuevos productos. Algunos dejaron entrever que las universidades son las que potencian la innovación por medio de la investigación científica.

Así mismo, los alumnos se enfocaron a la creación de programas, foros y concursos junto con el apoyo en la creación de las micro-empresas. Pocos alumnos se enfocaron al apoyo que ofrece el CONACYT y a la creación de centros de investigación. Las respuestas individuales se presentan a continuación:

Tabla 39  
¿Cómo apoya tu país la innovación?, aspectos positivos.

Concepto	Comentarios pregrado	Comentarios posgrado
Apoyo del país a la innovación	“Darnos libertad” (PT24)	“A construir nuevas cosas y fomentar el desarrollo de nuevos prototipos de diversas cosas” (PGJ11)
	“Teniendo una cultura pura y totalmente diferente y arriesgada con colores, formas, estilos, la dedicación de la gente, etc.” (PT25)	“Menos del 1% del PIB” (PGT08)
	“Con remodelaciones en la ciudad” (PT21)	“La creación de universidades y centros tecnológicos” (PU32)
		“Muy pocos, con clases como ésta” (PGT05)
		“El apoyo real no es mucho, veo más discursos que acciones” (PGT02)
		“La apoya en cierto grado, con restricciones y con cierto enfoque” (PGT21)



Se observó que en esta pregunta hubo más comentarios negativos enfocados a que el gobierno ofrece poco o ningún apoyo, como los que se mencionan a continuación:

Tabla 40  
¿Cómo apoya tu país la innovación?, aspectos negativos.

Concepto	Comentarios pregrado y posgrado
Apoyo del país a la innovación	“Hay muy poco apoyo, la mayoría de los proyectos de innovación son financiados por otros medios y no precisamente del gobierno” (PGJ01)
	“Creo que la innovación es poco remunerada, ya que hay muy pocos programas e iniciativas para impulsarlas. Debe comenzar desde el nivel primaria, para que desde pequeños se aprenda el proceso de innovación y creación de nuevos conceptos” (PGJ03)
	“No estoy muy enterada, sé que es un poco difícil porque no se destinan muchos recursos a investigación, pero creo que irá creciendo y mejorando con nuestro empuje y esfuerzo para ser mejor” (PGJ05)
	“No mucho, creo que en México hay mucha gente creativa, que tiene capacidad de innovar productos y solo está en espera de una oportunidad” (PGJ06)
	“México, para poder ser más competitivo debe ser capaz de desarrollar nuevas tecnologías, así que impulsar procesos que fomenten la innovación apoya al logro de este propósito necesario en México” (PGJ12)
	“Hasta hoy en día no como debería” (PT02)
	“Muy poco, me da mucho gusto que Nuevo León esté apoyando esto aunque no se sus propósitos” (PGT07)
	“Creo que no se da el suficiente interés a la innovación en México ya que por ser un país más que nada manufacturero no se desarrollan nuevas tecnologías, tampoco hay promoción de eventos internacionales de diseño e innovación” (PU01)
	“Poco, este es un grave problema en México” (PGT01)
	“Poco, no hay una cultura generalizada hacia esto, solo pequeñas iniciativas” (PU06)
	“Creo que no hace mucho al respecto y que se necesita invertir más en tecnología y en laboratorios de innovación” (PU12)
	“Muy poco, no le apuesta tanto a la nueva tecnología, sino que la compra ya hecha” (PU17)
“Creo que Monterrey es el estado que más contribuye a la innovación con	

Concepto	Comentarios pregrado y posgrado
	buenas aportaciones, sin embargo el país no creo que cuente con las herramientas necesarias para apoyar la innovación” (PU26)
	“No creo que apoye mucho el país en tal, tal vez son personas individuales las que aportan más” (PT03)
	“Creo que tiene poco apoyo y es muy tardado todo” (PT16)
	“Muy poco, por lo que se logra apreciar aquí es difícil innovar porque se ponen muchas trabas para hacerlo o llevarlo a cabo” (PTT07)
	“No mucho, aunque México tiene mucho talento, falta motivación, arriesgarse con ideas nuevas, y registrar patentes” (PTT18)

Pocos son los alumnos que mencionan que existen recursos por parte del gobierno para apoyo de la innovación, sin embargo, como se observa, la mayor parte de ellos considera que México no aporta lo suficiente para que se desarrolle la innovación y la creatividad, algunos tienen noción de la existencia de centros como CONACYT, no obstante muchos de ellos perciben que en realidad las aportaciones que se apartan para este propósito son casi nulas.

Los alumnos piensan que México es un país con mucha potencialidad, pero que desgraciadamente no es explotada como debiera. De hecho, hay alumnos que ni siquiera se han puesto a pensar en que si el país aporta o no algo para el desarrollo de la innovación y creatividad entre sus ciudadanos. Lo que sí es un hecho, es que los alumnos tienen conciencia de que es necesario que existan incentivos para que el país de un giro, de un país manufacturero a un país innovador.

Muchas de las respuestas anteriores ofrecen un panorama en donde la mayor parte de los alumnos tienen la misma percepción, por lo anterior se ha realizado una tabla donde se clasifica las respuestas positivas a los comentarios de los alumnos:

Tabla 41

Resumen de la clasificación de la encuesta aplicada a alumnos de grupos experimentales, respuestas positivas

Clasificación	¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?	¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?	¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?	¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?, ¿porqué?	¿Crees que tu educación universitaria de ayudó a ser una persona creativa o innovadora?
Provee una estructura mental	*		*		
Desempeño laboral	*	*		*	
Mejora continua	*	*	*		*
Visión clara del producto	*	*		*	
Conocimiento profundo de la herramienta	*	*			
Teoría-práctica	*				*
Desarrollo de creatividad e innovación	*	*	*	*	*
Solución y generación de ideas	*	*	*	*	
Mejor definición		*			
Opciones para innovar		*		*	
Exploración de nuevas		*	*	*	

Clasificación	¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?	¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?	¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?	¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?, ¿porqué?	¿Crees que tu educación universitaria de ayudó a ser una persona creativa o innovadora?
soluciones					
Amplitud de soluciones			*	*	
Ofrece diferentes perspectivas			*		
Búsqueda de mejores soluciones			*	*	
Autoconfianza en la generación de ideas			*	*	
Herramientas útiles para el diseño				*	
Ahorro de tiempo y dinero				*	
Necesario en la carrera profesional					*

Como se observa, se generalizan los comentarios de la mayoría de los alumnos por medio de ciertas palabras clave considerados como aspectos relacionados con el desarrollo de la creatividad e innovación, la mejora continua, la apertura de mente, entre otros, son conceptos que fueron muy utilizados en los comentarios de los alumnos. Sin embargo, es necesario mencionar

que también hubo percepciones generalizadas sobre las respuestas negativas a las preguntas de la encuesta, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 42

Resumen de la clasificación de la encuesta aplicada a alumnos de grupos experimentales, respuestas negativas

Clasificación	¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?	¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?	¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?	¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?, ¿porqué?	¿Crees que tu educación universitaria de ayudó a ser una persona creativa o innovadora?	¿Cómo apoya tu país a la innovación?
Cuadratura	*					
Falta de tiempo	*	*				
Demasiado estructurado	*					
No aplicación al prototipo		*				
Falta de entendimiento de las metodologías			*			
Procesos que limitan			*	*		
Pérdida de tiempo				*		
No es el área de interés				*		
No genera soluciones					*	

Clasificación	¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?	¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?	¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?	¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?, ¿porqué?	¿Crees que tu educación universitaria de ayudó a ser una persona creativa o innovadora?	¿Cómo apoya tu país a la innovación?
Creatividad de nacimiento no se adquiere					*	
Creatividad= experiencia laboral					*	

Se observa que las respuestas de estos alumnos se relacionaron con que las metodologías eran muy cuadradas y por ende, limita en los procesos, lo cual ocasiona una falta de creatividad en lo que se desempeña. Vale la pena contrastar este punto con los alumnos que percibieron de una forma positiva el hecho de que las metodologías son precisamente eso, una estructura para el pensamiento, contrario a los alumnos que piensan que las metodologías son un impedimento para diseñar, hay alumnos que tienen la sensación de que esta “cuadratura” fue las que les dio la lluvia de ideas para resolver problemas de diseño y encontrar soluciones creativas.

Respecto al tiempo, mientras hay alumnos que consideran que no tuvieron el suficiente para entender y aplicar la metodología, muchos otros lo visualizan como parte del ahorro de tiempo que tendrán al implementarlas en un proyecto. Como se aprecia, son aspectos que se contraponen en una muestra homogénea, por lo que se infiere que los alumnos toman sus propias percepciones

basándose en una experiencia personal que repercute en la sensación holística que adquieren del mismo curso.

Cabe mencionar que en las tablas anteriores no se tomó en cuenta la última pregunta relacionada con la percepción que tiene en el alumno con el apoyo que ofrece el país a la innovación, no se agregó porque en ese punto, la mayoría de los alumnos no tenía una idea clara de cómo ayudaba el país a la innovación, solo aportaron una serie de “deseos” que consideraban debían ser concedidos.

### *Entrevistas*

Con la finalidad de recopilar la experiencia del profesor, se utilizó el instrumento de entrevista como un componente cualitativo de la presente investigación. Se realizó la entrevista a los profesores de los cursos experimentales que enseñaban la metodología TRIZ y QFD en sus cursos, con el objeto de indagar sobre la percepción de cada uno de ellos en aspectos relacionados con el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad en sus grupos, la experiencia en TRIZ y QFD y la visión que tienen sobre la cultura creativa entre los estudiantes. Las entrevistas transcritas se pueden observar en el anexo F.

Como se mencionó anteriormente los profesores estaban distribuidos de la siguiente forma:

Grupo control pregrado universidad A	Profesor a
Grupo experimental pregrado universidad A	Profesor b
Grupo experimental pregrado universidad C	Profesor c
Grupo experimental posgrado universidad A	Profesor d
Grupo experimental posgrado universidad B	Profesor b y d

Con objeto de obtener información relativa a datos generales de los profesores de los grupos experimentales entrevistados, y de esta manera compararlos entre si, en la tabla 43 se aprecia un resumen de ellos:

Tabla 43  
 Datos generales de los profesores entrevistados

	Profesor b	Profesor c	Profesor d
Estudios	Carrera: Ingeniería Mecánica Maestría: Maestría en Sistemas de Manufactura Actualmente estudiando el doctorado	Carrera: Mecánico administrador Maestría: Maestría en Diseño Mecánico, especialidad en diseño	Doctorado en Ingeniería Mecánica
Experiencia en la industria	Un año en área de mantenimiento	11 años en área de estadística	Proyectos
Experiencia docente	10 años	17 años	39 años
Años enseñando TRIZ	8 años	4 años	11 años aproximadamente
Niveles en donde ha dado clases	Profesional y posgrado	Profesional y posgrado	Profesional, posgrado y doctorado

Como se observa, los profesores “b” y “c” tenían más similitudes que el profesor “d” quien mostraba mayor experiencia docente y en la enseñanza de la metodología TRIZ. Los profesores “b” y “c” contaban con nivel de estudios de maestría y el profesor “d” además cuenta con grado doctoral. En cuanto a la experiencia en la industria hay una fuerte diferencia entre el profesor “b” y el “c”, en este sentido el profesor “d” tiene relación con la industria y gobierno para el desarrollo de productos. En relación a la experiencia docente también existen diferencias entre los profesores ubicando al profesor “d” como el de mayor experiencia en el ámbito educativo. Finalmente los profesores entrevistados han dado clase en profesional y posgrado, y el profesor “d” además, ha dado clases a nivel doctorado.

Por otro lado el profesor “b” explicó que desde 1999 imparte las metodologías TRIZ y QFD debido a que no mucha gente tenía contacto con la metodología TRIZ, el profesor era de los pioneros en implementarlas en un aula de clases. Por otra parte el profesor c enseña ambas metodologías desde hace 4 años aproximadamente, pero no le da mucha profundidad al QFD. Finalmente el profesor d, enseña el TRIZ desde 1996, tanto a niveles académicos como de



extensión, ya que el profesor comenta que el TRIZ llegó a México aproximadamente en ese año dado que no tiene ninguna referencia anterior de su uso. El profesor “d” menciona que “En el año 1994 se invitó a personas especializadas a dar un curso a la universidad A, posteriormente ha salido a otras universidades y a gobierno”.

Posterior a estos datos, en la entrevista se preguntó sobre aspectos relacionados con la impartición de las metodologías TRIZ y QFD, las respuestas de los profesores se resumen en la tabla 44:

Tabla 44  
Aspectos relacionados a la enseñanza de TRIZ y QFD en los estudiantes

	Profesor b	Profesor c	Profesor d
Objetivo al enseñar TRIZ y QFD	QFD: El alumno estructura las necesidades del cliente TRIZ: Se ofrece como herramienta para fomentar la creatividad	QFD: No lo toca a profundidad TRIZ: Pensar “fuera de la caja”	Tratar de lograr que los alumnos desarrollen su capacidad de innovar.
Proceso enseñanza-aprendizaje en relación al TRIZ y QFD	Difícil al enseñar y ser entendido	Se verifica la comprensión por medio de un examen descriptivo de la metodología TRIZ	Por medio de dos vías: haciendo tareas y aplicando el TRIZ
Percepción en el impacto de la enseñanza de las metodologías TRIZ y QFD	En caso de carrera el problema es que no se sabe por qué los alumnos no tienen todavía la disciplina de llevar una metodología, además, cuentan con un nivel de concentración muy corto.	Algunos o la mayoría no hacen el ejercicio de encontrar la contradicción técnica y ya directamente empiezan a buscar los principios de inventiva.	Hay cosas en las que se presentan conclusiones y tratamos de aclararlas desde antes de las presentaciones que les hacemos y las explicaciones que les damos, realmente hay un problema serio y es que el tiempo que se le puede dedicar al TRIZ es muy poco.
Habilidades que desarrolla el TRIZ y QFD en los alumnos	Que el alumno fuera capaz de relacionar información	Habilidades de creatividad e innovación	Habilidades de creatividad e innovación, resolver problemas de inventiva
Comprensión de la	Si la conocieron y	Si	Si

	Profesor b	Profesor c	Profesor d
metodología al momento de ser enseñada	entendieron, la mayoría las aplicaron		
Conexión de ambas metodologías en el prototipo final	Son secuenciales, primero identifican necesidades y después usan las contradicciones para mejorar el diseño.	Por medio de todos los indicadores	Mediante la requisición del cliente y la solución a problemas técnicos
Los alumnos cuentan con los elementos educativos necesarios para desarrollar su creatividad por medio de TRIZ y QFD	En caso de LDI tienen más oportunidad para ser creativos, los ingenieros no porque se les restringe	Si	Los alumnos que van a la clase son alumnos generalmente muy creativos
TRIZ y QFD en la vida laboral	Si	Si	Tal vez si
Reto de ser creativos e innovar	Si son más susceptibles al reto, una de las formas de promover creatividad, creo es el reto. Por medio del curso	Hay resistencia al cambio	Estimula a los alumnos
Fomento de habilidades de innovación y creatividad		Por medio del prototipo final	Por medio del prototipo final
La universidad como fuente de creatividad e innovación en los alumnos	Sí, yo creo que tenemos toda una cultura de retos para profesores y alumnos.	Si	Si, tiene recursos
Vinculación	Es a través del profesor	A través del profesor	A través del profesor

Los comentarios literales de los profesores sobre cada una de las preguntas se presentan a través de tres factores pertenecientes a las siguientes categorías: Persona (desarrollo de competencias), cultura (cultura de innovación y creatividad) y producto (conexión TRIZ-QFD).

#### *Persona (Desarrollo de competencias)*

Como parte de esta investigación y enfocados al factor persona, se tomaron en cuenta dos metodologías que apoyan en la solución creativa de problemas de inventiva (TRIZ) y el diseño de

acuerdo a las necesidades de los clientes (QFD). El TRIZ, según León (2003) es una estrategia de solución de problemas la cual permite diseñar innovaciones, reducir el tiempo de desarrollo y resolver lo que en un inicio pareciera alternativas conflictivas.

Enfocados a lo práctico y al desarrollo de habilidades, Dew (2006) menciona que Altshuller recomienda cuatro pasos para inventar nuevas soluciones a los problemas: Establecer lo que se sabe sobre el problema; extender el entendimiento; definir cuál es la solución ideal al problema y generar múltiples ideas.

Según la Asociación Latinoamericana de QFD (2007), el QFD es un sistema que se enfoca en el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de sus clientes, por lo que se debe alinear sus deseos con lo que la organización produce.

A grandes rasgos, los grupos experimentales unieron las metodologías para el diseño de productos, es de mencionarse que los grupos de posgrado además de encontrar contradicciones técnicas, también lo hicieron con las físicas según la entrega de prototipos finales. En la tabla 44 se presentan los comentarios textuales de los profesores sobre el desarrollo de habilidades del TRIZ y QFD:

Tabla 45

Habilidades que desarrollan el TRIZ y QFD en los alumnos

Habilidades que desarrolla el TRIZ y QFD en los alumnos	El profesor “b” mencionó “Que el alumno fuera capaz de relacionar información, también se les enseñan los mapas mentales como apoyo al desarrollo de habilidades”.
	Los profesores “c” y “d” respondieron que desarrollaban habilidades de innovación y creatividad para resolver problemas de inventiva.

El desarrollo de habilidades que se observó fue en relación al manejo de las herramientas, no tan solo del TRIZ y QFD sino de todas las que vieron a través del periodo escolar.

Relacionándolo con las respuestas de los alumnos al preguntarles sobre el desarrollo de habilidades que les proporcionaron TRIZ y QFD, 62 alumnos contestaron que si, mientras que 35 que no ubicando la mayoría de las respuestas en aspectos relacionados con el apoyo a la innovación y creatividad, la estructura de ideas, la identificación de problemas y el encuentro de soluciones efectivas, apoyo en el diseño de nuevos productos, mejor visión del diseño, apoyo en el desempeño laboral, mejora continua, entre otras.

Por otra parte, en la tabla 46 se aprecia las respuestas sobre el sentido de la comprensión de las metodologías en el momento en que les son enseñadas:

Tabla 46. Habilidades que desarrollan el TRIZ y QFD en los alumnos

Comprensión de las metodologías TRIZ y QFD	<p>Profesor “b” mencionó “En la escala de conocimiento puedo decir que si la conocieron y entendieron, la mayoría las aplicaron, no podría decir que el 100% de ellos la valora y la va a tener como una herramienta de vida, pero están consientes de que es como una fórmula”.</p> <p>El profesor “c” dijo que si</p> <p>El profesor “d” indicó “QFD es una herramienta que busca que las personas que trabajan en desarrollo de productos lo hagan enfocados hacia el cliente, que entiendan mejor las necesidades del cliente y lo puedan vincular con los parámetros del producto y su diseño, es una herramienta que tiene muchas malas interpretaciones por que hay una interpretación simplista de que <i>si quieres saber la interpretación del cliente ve y pregúntale</i>, eso no garantiza comprensión ni garantiza que lo que te diga el cliente sea válido y desde mi punto de vista erróneo es algo que se propaga muy fácilmente, y trato con mis alumnos de evitar que eso ocurra. Trato de que haya una interacción con los clientes, que hay una posibilidad de observar a los clientes en su medio ambiente y que de ahí se deriven las cosas o los retos que el producto tendría que vencer para ser un producto de impacto y en éste caso el TRIZ es una ayuda en que es una metodología que identifica los retos a través de buscar el conflicto que existe, entonces visualizando este conflicto entre características del diseño, pero sabiendo cuando algo desea mejorarse, tiene la consecuencia de que algo se deteriora al mejorar esto otro, entonces ese conflicto expone la problemática de una forma más clara, y TRIZ es donde se enfoca en métodos de solución para esos conflictos en donde haya entonces una buena combinación por que identificas los retos en QFD y en TRIZ te da herramientas para trabajar”.</p>
--	---

En este punto, las observaciones realizadas fueron la base para comprobar que en los grupos experimentales de pregrado los profesores “b” y “c” en la clase que correspondía al TRIZ, hacían un ejercicio donde los alumnos llenaban en un formato preparado las contradicciones físicas para comparar que es lo que podrían hacer con determinados productos. En el caso del profesor “b”, hizo lo mismo con el QFD al enseñar a los alumnos como llenar la casa de la calidad.

Por otra parte, fue importante preguntar si las metodologías TRIZ y QFD tenían impacto en los alumnos en relación a su vida laboral, las respuestas se observan en la tabla 47:

Tabla 47  
Impacto de las metodologías TRIZ y QFD en la vida laboral de los alumnos

TRIZ y QFD en la vida laboral	El profesor “b” mencionó que en efecto, “les pueden ser útiles en su vida laboral”.
	El profesor “c” señaló “Yo pienso que si, el TRIZ es una caja de herramientas, y el QFD aunque no se los enseñe, se los doy rápido, no se los exijo, pero entienden que hay una manera ordenada de obtener la necesidad. Mi fuerte fue la exploración tecnológica y las herramientas de diseño. El método fue: hay orden para hacer las cosas, solo es cuestión de buscar la información”.
	El profesor “d” mencionó “Espero que sí, no tengo mucha forma de verificarlo, me ha ocurrido mucho que alumnos que han llevado el curso después vienen para ver los cursos de extensión que damos para profundizar más, algunos se quedan trabajando durante su tesis practicando cosas de TRIZ, no sé realmente que grado de aplicación o de impacto tengan luego en aquellos que solamente llevaron el curso inicial, no tengo forma de verificarlo, espero que sí”.

Se observa que los profesores enseñan las herramientas necesarias para que los alumnos aprendan a resolver problemas de diseño y apliquen las metodologías que se ven en el periodo escolar, aunque como se ha mencionado, no hay mucho tiempo para desarrollarlas, pero si para que los alumnos aprendan donde buscar la información.

Vale la pena recordar que cuando a los alumnos se les cuestionó sobre el apoyo del TRIZ y QFD en su vida laboral, 89 alumnos dijeron que si apoyaban, 8 que no o que dependía el área

donde laboraran. Las respuestas se centraron en que son herramientas útiles para el diseño porque separa el problema en partes, ofrecen resultados óptimos y ahorra tiempo y dinero. Se percibió que los alumnos de posgrado son quienes consideran las herramientas como útiles en su trabajo, se asume que esto es porque de un 38.1% de los 134 alumnos que tienen experiencia laboral, a los de posgrado corresponde el 69% de personas que tienen dicha experiencia, es decir, son los que en su mayoría se presenta que ya han trabajado anteriormente. Estos alumnos tienen una visión más profunda de las actividades que realizan y una mayor conciencia de la utilidad del TRIZ y QFD.

Por otra parte, es necesario preguntarse si los alumnos cuentan con los elementos necesarios para el desarrollo de su creatividad por medio de la enseñanza de teorías como TRIZ y QFD, esto es parte del fomento que la escuela debiera ofrecer, en este sentido Adame (2000) indica que el sistema educativo es el causante de muchas barreras en la creatividad, sin embargo el planteamiento de Valqui (2005) es que la creatividad es incremental, es decir, los alumnos pueden desarrollar estas habilidades a través de sus estudios si la escuela lo permite. Las respuestas de los profesores se describen a continuación:

Tabla 48  
Elementos necesarios para el desarrollo de su creatividad por medio de la enseñanza de TRIZ y QFD

Elementos educativos para desarrollar creatividad por medio de TRIZ y QFD	El profesor “b” expresó “En caso de LDI siento que tienen más oportunidad para ser creativos, el ser creativos implica riesgos, implica decir <i>me voy a atrever a proponer esto</i> me puedo poner creativo, implica a veces no tener tantas cosas, a los LDI se les da esto. A los ingenieros no porque ellos se les va diciendo poco a poco, no puedes hacer esto, no puedes esto, y ya cuando llegamos al último tenemos una problemática fuerte porque decimos, ya te dijimos lo que no puedes, ahora sí, se creativo”
	El profesor “c” mencionó “Si”
	El profesor “d” indicó “Yo creo que eso no importa que ya hayan escuchado hablar de TRIZ, no es lo decisivo, yo tengo la percepción de que los alumnos que van a la clase son alumnos generalmente muy creativos, creo que es una característica definitivamente del mexicano, del latino en general que hay un

---

alto potencial de creatividad y que probablemente necesitan desarrollar la confianza en que si pueden viendo metodologías adecuadas con lo cual lo pueden hacer y yo creo que si pueden desarrollar esa confianza de que si pueden desarrollar cosas nuevas y mejores de las que están en las patentes”

---

García Salazar (2002) menciona que el medio afecta la creatividad de la persona. En este sentido, Thompson y Lordan (1999) mencionan a Van Gundi que identifica tres categorías que determinan el clima creativo de un grupo: El medio externo; el clima creativo interno individual; la calidad de relaciones interpersonales entre individuos de un grupo. En realidad los profesores piensan que los alumnos si tienen elementos para ser creativos, el profesor “d” de hecho menciona que es parte de la cultura latina, por lo que su percepción estaba enfocada en que en efecto, hay alumnos muy creativos.

#### *Cultura de creatividad e innovación*

Etzkowitz y Leydesdorff (1997) hacen mención al papel que las universidades juegan en la innovación, promovido a partir de una evolución tanto de las propias universidades como del marco social en el que se insertan. Bajo esta perspectiva, se les preguntó a los profesores como fomentan la creatividad e innovación en los alumnos, las respuestas se presentan en la tabla 49:

Tabla 49  
Fomento de la creatividad e innovación en los alumnos

Fomento de la creatividad e innovación en los alumnos	El profesor “b” explicó “Bueno el curso afortunadamente esta mas diseñado a eso. Doy otros cursos y ahí ni por casualidad hay mucha creatividad, tenemos espacio a veces como para decir, un PBL, te pongo un escenario y lo que se te ocurra... Este curso esta mas hecho para fomentar la creatividad, de tal manera que no les pongo tantas cosas, a veces uno tiene que ser más cuidadoso porque luego me proponen cosas que no funcionan pero yo creo que una de las cosas que hay que hacer es animarlos, no la censura. Yo creo que desde ahí se fomenta, al ser cuidadosos en la retroalimentación”.
	El profesor “c” dijo “Por medio del prototipo final”
	El profesor “d” mencionó “Por medio de la aplicación de las metodologías en el prototipo final”

---

Uno de los comentarios del profesor “b” estuvo relacionado con que debía haber más cursos en donde los alumnos tuviesen la oportunidad hacer proyectos en conjunto con otras carreras con el fin de que su esfuerzo fuera multidisciplinario, pero que en realidad no existían hasta el momento. También comentó que en la formación de los ingenieros, no así los licenciados en diseño, en todo el currículo de su carrera se les “cuadraba” en medio de fórmulas y hacerlas cosas, posteriormente llegaban a este curso y se les pedía que se olvidaban de toda cuadratura y que comenzaran a ser creativos. En relación a las observaciones realizadas, se percibe que en los alumnos hay un “choque” de percepciones, dado que primero se les restringe en la mayor parte de los cursos de su carrera y posteriormente se les da una libertad que batallan para entender.

Por otra parte, un aspecto cultural que no se puede pasar por alto es el reto que implica el ser creativos para el diseño de productos innovadores. Es como el estudio de León, Heredia y Lozano (2006), mencionado con anterioridad, en donde los estudiantes fueron introducidos en la metodología TRIZ para motivarlos en la identificación de retos innovadores en sus estudios.

Además, el reto es parte de lo que se midió dentro de las pruebas que se aplicaron a los alumnos.

Al respecto, los profesores dieron respuestas muy interesantes que se presentan a continuación:

Tabla 50  
Reto de ser creativos e innovadores

Reto de ser creativos e innovadores	<p>El profesor “b” explicó “Si les gusta, es cierto que tienen su lapso de atención es más corto, sin embargo si son más susceptibles al reto. Una de las formas de promover creatividad, creo y estoy convencido que es el reto. O sea mucha gente sabe y está comprobado históricamente que durante las guerras hay un incremento en la creatividad pero porque?, porque hay un reto... la conquista. Los retos estimulan, tengo que encontrar respuestas y tiene que ser la mejor, tengo que sobresalir”</p>
	<p>El profesor “c” mencionó “Hay resistencia al cambio, al principio en la mayoría, y a veces, actúas por deseo o por temor, y al principio es por temor, pero muchos los que terminaron, la mayoría los entrevistas y están fascinados. El que hizo este me dijo: “Yo hice un trabajo mejor que una tesis de diseño industrial” no sabía que podía tanto. Y le dije, pues desgraciadamente lo aprendiste con el látigo”.</p>



---

El profesor “d” por su parte mencionó “No le huyen, el reto les estimula, puede haber de todo, pero yo siento por lo general que el reto los estimula”.

---

Se aprecia que los profesores tienen una percepción generalizada de que los alumnos en realidad están estimulados, aunque en un principio la tendencia generalizada de los alumnos es el temor a lo desconocido. No obstante, el reto de innovar los motiva.

Por otra parte Kumar (2005) indica que en la globalización las instituciones de educación superior deben estar preocupadas identificando y formalizando el conocimiento existente, adquirir nuevo conocimiento para uso futuro y crear sistemas que embonen eficientemente en la aplicación del conocimiento, por lo que Nasseh (2006) hace mención a que deben estar acordes a las necesidades de la población. Es importante mencionar que para que la innovación y la creatividad tomen lugar, debe existir un ambiente adecuado para ser desarrolladas entre los individuos y así fomentarlas (Castilla-La Mancha, 2006).

Basados en esta premisa se preguntó a los profesores si consideraban que la universidad es fuente de creatividad e innovación, las respuestas se presentan a continuación:

Tabla 51  
La universidad como fuente de creatividad e innovación

---

La universidad como fuente de creatividad e innovación en los alumnos	<p>El profesor “b” mencionó “Si, yo creo que en el TEC afortunadamente tenemos toda una cultura de retos para profesores y alumnos, la cultura del TEC está basada en esa competencia”.</p> <p>Por otra parte el profesor “c” simplemente mencionó que sí.</p> <p>El profesor “d” mencionó “Yo creo que a través de las cátedras de investigación se está produciendo un fenómeno en el que muchos alumnos están trabajando en éstas y la investigación también estimula mucho la creatividad y creo que sí que en el Tec hay muchas opciones donde pueden desarrollar su creatividad, de hecho, hay varios experimentos en el Tec sobre esas direcciones, hay una materia en la <i>prepa</i> del Tec que llevan los alumnos que ven técnicas y eso les quita a los alumnos de alguna manera su creatividad, de alguna manera hay una predisposición favorable”.</p>
---	--

---

Uno de los aspectos que no se deben pasar por alto es que para estar acordes al entorno mundial, las universidades tienen que tomar en consideración en el enfoque laboral, por lo que Mungaray (2001) dice que la educación superior requiere valorar y aceptar el papel que juega el trabajo en el aprendizaje. Por su parte Naseeh (2006) indica que el movimiento hacia la educación basada en competencias representa áreas y materias en donde los estudiantes necesitan desarrollar conocimiento práctico y teórico.

Bajo este orden de ideas, fue necesario preguntar a los profesores si existía una forma de vinculación entre la universidad-empresa-gobierno, en México este es el término que se utiliza en diversos modelos como son la incubadora de empresas, en donde se brinda apoyo a los emprendedores. Las respuestas de los profesores se presentan en la tabla 52:

Tabla 52  
Vinculación universidad-empresa-gobierno

Vinculación	<p>El profesor “b” contestó “No existe. En primera instancia, el profesor va y busca o tiene un contacto, sin embargo la misma empresa puede tener contacto con otros profesores, o sea, yo no soy el único, y repentinamente hay muchos trabajando en la misma empresa. Cuando el proyecto crece a veces llega a haber pago y la empresa decía, ¿a quién facturo?, porque hay 5 o 6 profesores trabajando conmigo, entonces la empresa decía, yo solo quiero un representante, entonces el TEC dijo, solo va a haber vinculación industrial, a través de esta oficina. Sí, pero el detalle es que la relación era con personas no con la institución, o sea, a mi me conoce fulano y viene a buscarme a mí, porque lo conoce a él, entonces se hacía un problema y no se hablaba con la oficina, por eso es que las oficinas de vinculación no han funcionado”.</p> <p>El profesor “c” señaló “Tenemos un montón de convenios. Todos mis alumnos hacen al menos un año en fábricas. Pero ya no son proyectos como éstos, son más pesados. Por eso me contrataron, por el network, son muchos... muchos y te lo presumo, muchísimos. Si hay un departamento para la vinculación, pero es muy general. Tienes que tenerlos específicos, por ejemplo si hay alguna industria que yo no tengo contacto le digo a vinculación, dime quienes son los de automotriz y lo buscan, pero no me dan el nombre. Luego hablo yo... lo específico no. No sé como sea en el Tec”.</p> <p>El profesor “d” mencionó “Es a través de mi, yo estoy preocupado con que proyecto vamos a trabajar, afortunadamente en los últimos tiempos hemos con esta dirección de actualizar cuestiones de energía solar, energía eólica, energías alternativas en general hemos encontrado un buen nicho que también nos a permitido desarrollar alguna experiencia en esa área que no habíamos</p>
-------------	--

---

trabajado nosotros lo que sí es importante es que haya siempre un experto detrás del proyecto que pueda darles asesoría a los alumnos sobre las cuestiones específicas del proyecto que viene de la industria o de la investigación que trae siempre una experiencia larga sobre ese proyecto y puede orientar mejor a los alumnos o puede darles comentarios importantes sobre los avances que los alumnos le presentan, y si alguno de los alumnos quiere darle seguimiento al proyecto si lo hacemos ya sea mediante tesis el que quiera y como en esa materia están participando alumnos de mecatrónica. Pero no hay posibilidad de hacer un prototipo pero no hay posibilidad de profundizar más por eso de algunos productos es mejor hacer tesis”.

---

Se observa que los profesores consideran que sus universidades de alguna manera propician el fomento de innovación y creatividad, una de las mejores formas de lograrlo es hacer vinculación escuela-empresa-gobierno, como lo mencionan Etzkowitz y Leydesdorff (1997) en su modelo de la tripe hélice, a su vez Vence (1995) asegura que la interacción universidad-empresa se presenta como una buena oportunidad para las economías periféricas, donde las empresas pueden realizar un esfuerzo de investigación y desarrollo limitado. Así mismo las OTRIS en España, las “*spin-off*” en los países de habla inglesa o las incubadoras de empresas para los países latinos, hacen que la vinculación escuela-empresa-gobierno tenga lugar.

En general se observa que los profesores hacen vinculación de manera individual, es decir, no hay un departamento en sus universidades encargado de hacer esta función sistemáticamente. En ambas universidades existen las llamadas incubadoras de empresas que están enfocadas a emprendedores, sin embargo, en el trabajo de la escuela, no hay un vínculo formalizado a través de oficinas que permita conjugar esfuerzos y ligas a la empresa y gobierno, con el fin de que todos los alumnos, sin importar su área de especialidad, tengan la oportunidad de hacer proyectos externos.

#### *Producto (Conexión TRIZ-QFD)*

Si se busca innovar, no solo se requiere de ideas nuevas, incluye todas las fases del diseño y evaluación de la eficiencia hasta la implementación de la idea, es decir, la medición en la

innovación surge del producto terminado (Molina, 2005). Dentro de esta medición se encuentra la ventaja competitiva que el producto ofrece junto con su rentabilidad y la forma en que va a satisfacer las necesidades de quienes lo utilizarán (Cropley, 2000).

Hipple (2005) menciona que TRIZ es una técnica para analizar y resolver problemas que enfatizan contradicciones y Mann (2002) señala que el TRIZ permite que los usuarios desarrollen cada una de estas herramientas tanto en lo individual como en las secuencias sistemáticas. El QFD es exclusivamente una herramienta de planeación desarrollada debido a la creciente necesidad de alcanzar ventajas competitivas de calidad, costo y tiempo, así como para implementar objetivos.

Con base en lo anterior, se les preguntó a los profesores cuál era el objetivo de enseñar las metodologías TRIZ y QFD a los estudiantes universitarios. Los comentarios de los profesores se presentan a continuación:

Tabla 53  
Objetivos al enseñar TRIZ y QFD

Objetivo al enseñar TRIZ y QFD	<p>El profesor “b” mencionó “El QFD es enseñado para que los alumnos aprendan a estructurar las necesidades de los clientes y las especificaciones de un producto. El TRIZ no es el objetivo del curso enseñarles todos los principios ingenieriles, TRIZ ya los enumera sin entrar a fondo. La otra es que en específico para los grupos de posgrado es romper la inercia psicológica, muchos de los alumnos de maestría traen la situación de que son ingenieros mecánicos y todo se tiene que resolver por ingeniería mecánica y a veces la solución está en otro lado”.</p> <p>El profesor “c” mencionó que “TRIZ hace que los alumnos piensen <i>fuera de la caja</i>, a veces no usan el método de romper la contradicción pero para mí con que sepan que hay 40 soluciones es mucho, tienen una caja de herramientas ahí para encontrar diferentes soluciones”.</p> <p>El profesor “d” mencionó “Yo creo que el objetivo es tratar de lograr que los alumnos desarrollen su capacidad de innovar, entonces tengan resultados innovadores en los proyectos de diseño y desarrollo de nuevos productos que tenemos en la clase de maestría e igualmente se ha dado ese enfoque en la clase de metodología de diseño mecatrónico”.</p>
--------------------------------	--

En un sentido práctico Dew (2006) menciona para que una persona pueda crear nuevas ideas sin hacer ejercicios creativos profundos, puede utilizar TRIZ como aproximación al pensamiento creativo. En este punto se observa que los profesores buscan que los alumnos innoven con las metodologías que les son enseñadas, ya que como se verá en la evaluación del prototipo final conjugándolo con las observaciones en el salón de clases, finalmente los alumnos aplican en su mayoría el QFD y el TRIZ para realizar sus diseños.

Por otro lado, al indagar sobre las experiencias de los profesores al enseñar las metodologías, se obtuvo las siguientes respuestas:

Tabla 54  
Experiencia de los profesores al enseñar TRIZ y QFD

Experiencia al enseñar las metodologías TRIZ y QFD	El profesor “b” indicó “En caso de carrera y de licenciatura se tiene que ser muy enfático en la filosofía tanto de QFD como del TRIZ, por que el problema es que no se sabe por qué los alumnos no tienen todavía la disciplina de llevar una metodología”.
	El profesor “c” mencionó “Como experiencia se que algunos o la mayoría no hacen el ejercicio de encontrar la contradicción técnica y ya directamente empiezan a buscar los principios de inventiva”.
	E profesor “d” comentó “Realmente hay un problema serio y es que el tiempo que se le puede dedicar al TRIZ es muy poco, sobre desarrollo de productos y el TRIZ se ve en un periodo de tres semanas, pero tampoco el objetivo es que dominen totalmente la herramienta, sino que dominen ciertos aspectos, viene a jugar el papel de la teoría musical en las notas por que no es lo mismo tocar de oído que tocar con notas de la teoría musical, pero entonces, nadie piensa que alguien pueda hacerse un pianista en quince días ¿no?”.

Se deduce que los profesores en su experiencia en impartir estas metodologías se encuentran con problemas de falta de disciplina al aplicar el TRIZ y el QFD dado que los alumnos no hacen bien los ejercicios porque buscan la solución que ellos creen ser la más adecuada a su diseño, poco contrario a lo que dice la mayoría de los alumnos en algunas de las

respuestas dadas en las encuestas, dado que se encontró de manera general que finalmente si pudieron aplicar las metodologías para la mejora de sus productos.

Sin embargo los profesores enseñan TRIZ y QFD, además de otras metodologías con la finalidad de que el alumno esté al corriente dónde buscar sus respuestas en un momento dado, no que las dominen. El profesor “d” por su parte, hace mención al gran problema que se enfrenta por la falta de tiempo para desarrollar las herramientas de diseño, en especial el TRIZ, aspecto que se remarca por las respuestas de algunos de los alumnos al preguntarles si el TRIZ y el QFD fueron herramientas que les apoyaron en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, con lo cual hicieron mención a la falta de tiempo para entenderlas.

La pregunta ¿De qué forma se verifica que los alumnos entendieron el TRIZ y el QFD?, hizo que los profesores dieran respuestas relacionadas con las actividades que realizan los alumnos, la forma en que se enseña la metodología y el nivel de atención de los mismos.

Tabla 55  
Proceso enseñanza-aprendizaje de las metodologías TRIZ y QFD

Proceso enseñanza-aprendizaje de la metodología TRIZ y QFD	El profesor “b” expresó: “En caso de licenciatura uno tiene que ser muy enfático en la filosofía de esa metodología tanto de QFD como de TRIZ, porque el problema es que no saben por qué los alumnos no tienen todavía la disciplina de llevar una metodología, es decir, los alumnos son muy poco metodológicos, tienen un nivel de concentración muy corto, no en la profundidad si no en el tiempo, de cuando yo empecé a dar clases a ahora, siento un nivel de atención muy disminuido, si no hay variedad de estímulo en la clase los alumnos se pierden”.
	El profesor “c” mencionó “Al final les pongo un examen como parte de trabajo y les pido que me describan los pasos y a más de la mitad lo que más les gustó es haber conocido TRIZ, es un chispazo, así lo veo, se me cansó el cerebro y ¿que hago? Pues ahí está esta cajota de herramientas, y me empiezan a hablar en otros términos, por ejemplo ya me dicen, lo voy a hacer a la inversa, lo voy a segmentar...”
	El profesor “d” mencionó que “Para verificar que lo entendieron utilizamos dos vías, no digo que sean infalibles pero nos sirven. Una vía primero es hacer tareas contestando algunas preguntas sobre TRIZ las cuales revisamos para ver que tanto es correcto lo que están diciendo. Y segundo a través de la aplicación de TRIZ en sus proyectos y verificamos en casos esta correcto como aplicaron el TRIZ en sus proyectos”

De manera general, los profesores miden la comprensión de las metodologías TRIZ y QFD mediante su aplicación en el prototipo final, el detalle con el profesor “c” es que él además pone un examen para verificar la comprensión de la metodología TRIZ, y profesor “d” se enfoca a hacer actividades que lleven a los alumnos a practicar las metodologías.

A los profesores se les preguntó sobre la conexión que tienen el TRIZ y QFD en el prototipo final, las respuestas se aprecian en la tabla 56:

Tabla 56. Experiencia de los profesores al enseñar TRIZ y QFD

Conexión de TRIZ y QFD en el prototipo final	El profesor “b” mencionó “Son secuenciales, en el QFD identifican necesidades y establecen las directrices de diseño, en el TRIZ usan las contradicciones que después buscan como orientar mejor las directrices de diseño”.
	El profesor “c” señaló “Yo les digo, me van a dar todos los indicadores y les pregunto, que tiene de diseño, de número de partes, DFA, DFS y me van a dar los costos para 10mil, 100mil y un millón de unidades. Entonces tienen que aplicar el “ <i>simple manufacturing</i> ” y ahí se ve cómo el precio se reduce conforme aumenta el volumen. Entonces yo les pido específicamente que me hagan el reporte de su producto”.
	El profesor “d” indicó “Mediante la requisición del cliente y la solución a problemas técnicos”.

Terninko (1997) menciona que el QFD hace un embudo en la parte de ingeniería y optimización, que pueden ser resueltos por TRIZ, sin embargo TRIZ es débil en áreas de requerimientos del cliente y optimización, donde QFD provee entradas al proceso. En este caso, los profesores enseñan las metodologías TRIZ y QFD con el fin de que la primera mejore los diseños mediante líneas técnicas de evolución y el QFD identifica los segmentos del cliente mediante criterios de ranqueo.

Se observa en la generalidad que los profesores enseñan el QFD y el TRIZ con la finalidad de que los alumnos tengan una opción más en la solución de problemas de diseño apoyados con

otras metodologías. Todos los profesores enseñan las metodologías y hacen ejercicios para que los alumnos aprendan la aplicación del TRIZ y del QFD, no tanto por profundizar, sino para que se apoyen en la búsqueda de información y aprendan como funcionan. Los profesores visualizan las herramientas como parte del fomento de habilidades de innovación y creatividad, y le dan crédito a sus respectivas universidades en el sentido de que tienen opciones para abrir caminos en donde los alumnos puedan llegar a ser creativos e innovadores.

### *Observaciones*

Con la finalidad de recopilar datos subjetivos en el proceso de investigación, se procedió a utilizar la observación como uno de los instrumentos de recopilación de datos. Como se mencionó anteriormente, las observaciones fueron realizadas en los seis diferentes grupos, tanto en los experimentales como en el de control. En todos los grupos se realizaron observaciones con el afán de comprobar el nivel de comprensión que los alumnos tuvieron sobre las metodologías QFD y TRIZ, la forma en que se desarrolla la clase, el nivel de experiencia del profesor, el modelo educativo de la institución, entre otras cosas.

Cabe aclarar que aunque se observaron seis grupos, solamente hubo tres profesores, distribuidos de la siguiente forma:

Grupo control pregrado universidad A	Profesor a
Grupo experimental pregrado universidad A	Profesor b
Grupo experimental pregrado universidad C	Profesor c
Grupo experimental posgrado universidad A	Profesor d
Grupo experimental posgrado universidad B	Profesor b y d

Los datos generales de cada uno de los cursos observados se presentan en la tabla 57:



Tabla 57  
 Datos generales de los grupos de observación de la muestra

	Universidad A Pregrado control	Universidad A Pregrado experimental	Universidad C pregrado experimental	Universidad A posgrado experimental 1	Universidad B posgrado experimental 1
Nombre de la clase	Administración de la producción II	Metodologías de Diseño (2 grupos)	Toma de decisiones en el desarrollo de productos	Análisis y diseño del producto	Análisis y diseño del producto
Departamento o maestría a la que pertenece	Ingeniería Industrial y de Sistemas	Departamento de Ingeniería Mecánica	División de Arquitectura, Diseño e Ingeniería, Departamento de Ingeniería	Maestría en sistemas de manufactura Departamento de Ingenierías	Maestría en Dirección para la manufactura Departamento de Ingenierías
Frecuencia y horario	Dos veces por semana, una hora y media de clase	Dos veces por semana, una hora y media de clase	Una vez por semana, tres horas de clase	Una vez por semana, tres horas de clase	Dos veces por semana, cada quince días, cuatro horas diarias

Como se observa, a diferencia del grupo de control, el resto de los grupos hacen alusión al diseño de productos en el nombre de la clase. Es importante señalar que los profesores que daban la clase tienen grado de maestría o de doctorado, así mismo los grupos pertenecen a los departamentos o divisiones de ingenierías de su universidad. El de posgrado de la universidad A difiere de los de la B en el sentido del propio curso, dado que para los primeros es sistemas de manufactura y para los segundos el enfoque es en dirección para manufactura, esta diferencia se da porque la mayoría de los alumnos de la universidad B cuentan con un trabajo en donde se desempeñan en puestos donde son los responsables en la toma de decisiones.

Con respecto a la frecuencia en que se impartieron las clases, se observa que el grupo de control y el experimental pregrado de la universidad A, impartían dos veces a la semana con una hora y media cada clase, mientras que el experimental pregrado de la universidad C y

experimental posgrado de universidad A tienen una frecuencia a la semana con tres horas de clase. Finalmente el grupo experimental posgrado de universidad B tenía la clase dos días seguidos cada quince días por cuatro horas. Este punto es significativo porque se observó que los alumnos que tenían dos frecuencias de hora y media por semana, no tenían un seguimiento consiente de la clase, por ejemplo, cuando se enseñó la metodología TRIZ, se hizo en dos partes, por lo que se “partía” en dos la concepción completa de la metodología, es decir, los alumnos batallaban un poco más para entenderla y aplicarla, comparados con aquellos que veían y aplicaban la metodología completa en una sesión.

Por otro lado, es importante resaltar los planes analíticos de los cursos, dado que de ahí se desprende las diferencias o semejanzas en la preparación de estudiantes y en el desarrollo de habilidades tales como creatividad e innovación. Con respecto a los planes analíticos de cada materia, el resumen se aprecia en la tabla 58:

Tabla 58  
Planes analíticos de los cursos muestra

	Universidad A Pregrado control	Universidad A Pregrado experimental	Universidad C pregrado experimental	Universidad A posgrado experimental	Universidad B posgrado experimental
Objetivo	El alumno deberá comprender y aplicar conceptos, técnicas y metodologías de planeación y control de producción en los sistemas de producción actuales, así como conocer paquetes computacionales que apoyen el uso de dichas técnicas.	El alumno adquirirá los conocimientos y desarrollará las habilidades y actitudes necesarias para seguir de forma estructurada un conjunto de métodos que integren funciones de diseño, manufactura y mercadeo para la generación de conceptos	Conocer las principales metodologías de diseño enfocadas a productos con el propósito de optimizar el tiempo de proceso de diseño así como la cantidad de materiales, número de piezas y tiempo de ensamble.	Desarrollar las capacidades de análisis crítico y evaluación de soluciones mediante trabajo en equipo, con actitud constructiva, dialogante y de tolerancia identificando soluciones apropiadas para problemas de	El alumno adquirirá los conocimientos y desarrollará las habilidades y actitudes necesarias para seguir de forma estructurada un conjunto de métodos que integren funciones de diseño, manufactura y mercadeo para la generación de conceptos

	Universidad A Pregrado control	Universidad A Pregrado experimental	Universidad C pregrado experimental	Universidad A posgrado experimental	Universidad B posgrado experimental
Temas	El grupo estudió temas relacionados la planeación de requerimientos	de diseño que permitan el desarrollo de productos innovadores, competitivos mundialmente, de calidad y que no causen deterioro al medio ambiente. Temas relacionados con metodologías para el diseño y desarrollo de nuevos productos	Temas relacionados con metodologías para el diseño y desarrollo de nuevos productos	desarrollo y diseño de productos innovadores. Temas relacionados con análisis paramétricos y conceptuales, modelación de productos	de diseño que permitan el desarrollo de productos innovadores, competitivos mundialmente, de calidad y que no causen deterioro al medio ambiente. Desarrollo de productos, generación de concepto y evaluación. Generación de concepto Evaluación y selección de conceptos
Actividades de aprendizaje	Exposición del maestro en clase, desarrollo de actividades en clase, diseño de tareas y casos de aplicación práctica, diseño de trabajos de investigación.	Exposición del maestro en clase, tareas, exámenes y proyecto final.	Exposición por parte del profesor, actividades individuales y en equipo, exámenes, prototipo final.	Exposición del profesor en clase, exámenes, tareas, desarrollo de prototipo final.	Exposición del profesor en clase, exámenes, tareas, desarrollo de prototipo final.
Evaluación	3 exámenes parciales (15% cada uno) Actividades, tareas y trabajos de investigación (30%) Examen final (25%)	3 tareas (6%) 2 quizzes (5%) 1 examen parcial (avance del proyecto, 6%) 3 actividades en el salón de clases (2%) 1 coevaluación (1%) 1 examen integrador (10%)	Calificación parcial: Investigación y tareas, prácticas y exámenes rápidos y examen parcial  Calificación Final: 3 parciales, trabajo final examen final.	Tareas y lecturas (20%) Examen de medio término (20%) Reporte final del proyecto (50%) Presentación final (10%)	Tareas y lecturas (20%) Examen de medio término (20%) Reporte final del proyecto (50%) Presentación final (10%)

Universidad A Pregrado control	Universidad A Pregrado experimental	Universidad C pregrado experimental	Universidad A posgrado experimental	Universidad B posgrado experimental
	1 evaluación de proyecto final (30%)	(Si no entregan prototipo final que funcione, reprueban el curso)		

Por la naturaleza del grupo de control, el objetivo se enfoca más hacia lo teórico, contrario al resto de los grupos que se enfocan hacia un objetivo más acercado a la práctica. En el grupo experimental pregrado de de la universidad A hace hincapié en el desarrollo de habilidades para seguir métodos, al igual que el grupo experimental posgrado de la universidad B. La universidad C establece su objetivo hacia aspectos más funcionales enfocados al prototipo final, mientras que el grupo de posgrado de la universidad A fundamenta su objetivo en valores y actitudes hacia la solución de problemas.

Vale la pena mencionar los temas generales vistos en cada curso, el grupo 1 enseñó lo siguientes temas:

- Introducción al control de la producción
- Planeación de requerimientos de capacidad a largo plazo
- Planeación a mediano plazo
- Desagregación de un plan agregado a un plan maestro de producción
- Planeación a corto plazo, asignación y secuenciación, balanceo de líneas

En los grupos 2 y 3 se tuvo los siguientes temas:

- Conceptos generales y propiedad intelectual
- Aplicación de QFD para desarrollo de nuevos productos

- Generación de conceptos de diseño (TRIZ, matriz morfológica, descomposición funcional)
- Selección y evaluación de Conceptos de Selección y evaluación de conceptos
- Diseños para X (diseño para medio ambiente, manufactura y ética)

En cuanto al grupo 4 se encontraron los siguientes temas:

- Introducción
- Cómo conocer las necesidades del cliente (Modelo de Kano, encuestas, QFD, entre otros)
- Diseño conceptual (Lluvia de ideas, NPI, SSD)
- TRIZ
- Diseño para manufactura (DFM, DFA)
- ISO en el proceso de diseño
- Diseño a detalle (metodología de modelaje, dibujos paramétricos, detalles de fabricación)
- Entrega de prototipo

El grupo 5 tuvo los siguientes temas:

- Primer mes: Análisis paramétricos de productos análogos y proceso QFD para identificar los requisitos de los clientes.
- Segundo mes: Desarrollo de solución conceptual.
- Tercer mes: Modelación geométrica del producto.
- Evaluación final: informe del proyecto final del producto

El grupo 6 tuvo los siguientes temas:

- Conceptos generales
- Aplicación de
- Desarrollo genérico de productos

- Generación de concepto
- Evaluación y selección de conceptos.

De manera general se observa que los grupos experimentales prácticamente ven las mismas metodologías. En el transcurso de las observaciones fue notorio que si los grupos se retrasaban en el programa, todos tenían el mismo retraso, es decir, cuando se enseñaba TRIZ o QFD siempre fue en la misma semana en todos los grupos. Se asume con esto que la enseñanza de las metodologías es realizada en función al orden de las metodologías, por lo que la impartición de cada metodología se hacía de manera sistemática y enfocada totalmente a la construcción del prototipo final.

Las actividades de aprendizaje fueron prácticamente las mismas en los grupos experimentales, constaban de exposición por parte del profesor, tareas individuales y en equipo, exámenes y desarrollo de prototipos finales. Se asume que este diseño de programa fue realizado con la intención de que los alumnos reforzaran y aplicaran sus conocimientos en actividades prácticas. Con respecto al grupo de control, se basaban en casos prácticos e investigaciones que hacían que los alumnos tuvieran contacto con la “vida real”.

Las evaluaciones constaban básicamente de las mismas actividades generales (casos, investigación, lecturas), pero con diferentes ponderaciones. Vale la pena resaltar que en el grupo experimental pregrado de la universidad A la ponderación del prototipo final valía el 30% de la calificación final. Por otro lado, el grupo experimental pregrado de la universidad C, basaba sus calificaciones en algunas actividades, sin embargo si el prototipo final no funcionaba, el equipo automáticamente reprobaba sin tomar en cuenta la calificación que llevaban hasta ese momento. Por otro lado el proyecto final de los grupos experimentales de la universidad A y B tenían un peso del 50% del total de actividades del curso, por lo que era crucial para los alumnos presentar un proyecto de calidad.

Para dar mayor comprensión a las observaciones, se agrupó la información mediante similitudes y diferencias entre cada uno de los grupos. La tabla 59 muestra las comparaciones generales entre las diferentes universidades.

Tabla 59  
Comparaciones generales entre las universidades A, B y C

	Universidad A Pregrado control	Universidad A Pregrado experimental	Universidad C pregrado experimental	Universidad A posgrado experimental	Universidad B posgrado experimental
Salón de clases	El salón de clases era convencional con proyector.	El salón de clases era convencional con proyector.	Sala de cómputo en donde cada alumno tenía acceso a una computadora, la clase se proyectaba.	Salón de clases convencional con proyector.	Salón de clases convencional con proyector.
Formación de equipos	El profesor dio libertad de que formaran equipos de tres personas, para después, designar a un miembro más del equipo al azar.	El profesor formó los equipos que realizaron el proyecto final bajo tres parámetros: género, multidisciplinario y semestre	Los alumnos tienen la libertad de elegir a sus compañeros de equipo con los cuales trabajarán en un proyecto final.	Cada alumno tiene la libertad de formar sus propios equipos.	Cada alumno tiene la libertad de formar sus propios equipos.
Elección de proyectos	No existe esta actividad	Los proyectos provienen de una cartera de proyectos del profesor o bien son elegidos por los mismos alumnos y previamente revisados y aceptados por el profesor de acuerdo al grado de calidad y nivel de	El profesor cuenta con una cartera de proyectos a repartir entre estos equipos. Los proyectos se rifan para posteriormente hacer negociaciones entre ellos y cambiar de proyecto en determinado	El profesor cuenta con una cartera de proyectos que al principio del semestre propone a los alumnos para competir por determinado proyecto con base en sus capacidades.	Proyectos provenientes del profesor y de los alumnos por los cuales los equipos compiten con base en su capacidad de solución y factibilidad.

	Universidad A Pregrado control	Universidad A Pregrado experimental	Universidad C pregrado experimental	Universidad A posgrado experimental	Universidad B posgrado experimental
Avances de prototipos	No existe esta actividad	profesionalismo Existen dos avances del proyecto final. Semana tras semana van construyendo su prototipo de acuerdo al tema que se ve en clase.	momento. El profesor encarga todas las semanas los equipos hagan una presentación del avance en el proyecto final.	Hay dos avances del prototipo final. Semana a semana lo van construyendo.	Hay dos avances del prototipo final. Semana a semana lo van construyendo.
Entrega de prototipos	No existe esta actividad	Entrega del prototipo final, ya sea física o por medio de fotos.	Debían entregar un producto físico funcionando a la perfección.	Se entrega un prototipo final en bosquejo.	Se entrega un prototipo final en bosquejo.

Los salones de clases en cada uno de los grupos son convencionales, con conexiones a Internet, buena iluminación y buena ventilación. Los espacios entre cada banco es suficiente, en el grupo de control y en el experimental pregrado universidad C, los salones estaban ocupados al 100%. El salón de clases del grupo de control tenía una pantalla donde se proyectaba la clase por medio de filminas de apoyo. Los alumnos contaban con computadora personal, que no usaban en el salón de clases.

El grupo experimental pregrado universidad A era un salón de clases convencional con mesas individuales donde los alumnos daban frente al pizarrón, que en este caso además tenía una pantalla donde el profesor proyectaba sus clases. Los alumnos contaban con una computadora personal, la mayoría de ellos las abrían en clase.

En cuanto al grupo experimental pregrado universidad C, el lugar era una sala de cómputo, los alumnos se sentaban frente a una computadora de escritorio y la clase se proyectaba en una pared, por lo que la mayoría de los alumnos no daban el frente, casi todos estaban sentados



lateralmente a dicha pared, lo que dificultaba la atención a las proyecciones. La minoría de los alumnos contaban con una computadora personal. Los grupos de posgrado de la universidad A y B contaban con un salón de clases convencional, con proyector.

En cuanto a la formación de equipos, se apreció que solamente los grupos experimental pregrado universidad C y experimental posgrado universidades A y B dan libertad a sus alumnos para que ellos formen sus propios equipos. En cuanto al grupo experimental universidad A, el profesor forma los equipos con base en aspectos relacionados con género, semestre y que sean multidisciplinarios, lo anterior debido a que el profesor considera que los alumnos trabajan de mejor manera teniendo diversidad de opiniones. Por otra parte, el grupo de control más bien hace una formación “mixta” de los equipos de trabajo, el profesor permite que los alumnos se junten en equipos de tres, pero él es quien asigna el último miembro y lo hace al azar. Se asume que lo que pretende el profesor es evitar, en la medida de lo posible, compadrazgos o bondades ente los miembros del equipo, de esta forma asegura, de cierta manera, que los alumnos trabajen por igual al interior del equipo.

Por otra parte, es muy interesante lo que se observó en la parte de la selección de proyectos, en donde cada profesor lo hace de manera diferente. En el grupo de pregrado de la universidad A los alumnos tienen dos opciones, una es que elijan su proyecto de la cartera del profesor y otra es que ellos mismos sugieren un proyecto, que es revisado por el profesor con el propósito evaluar el nivel de calidad, innovación y aportación. En cuanto al grupo pregrado de la universidad C, el profesor cuenta con una cartera de proyectos que son peticiones de personas individuales o inclusive empresas que tengan una necesidad para ser resuelta. Los productos se tratan de algo innovador, nuevo o mejora a los existentes. El profesor lleva la cartera de proyectos a los alumnos, y son asignados al azar.

En el caso de la elección de proyectos del grupo de posgrado de la universidad A los profesores ofrecen una cartera de proyectos a ser desarrollados por los alumnos. Estos proyectos son peticiones de empresas y de gobierno para el desarrollo de productos innovadores. Los equipos compiten por los proyectos declarados de acuerdo a sus capacidades, conocimiento y experiencia, de tal forma que éste sea un proyecto funcional, posteriormente, hay una clase donde se exponen los recursos que tiene cada equipo para la realización del proyecto y por consenso son repartidos. En este proceso el profesor no interviene en la decisión.

El caso de la elección de proyectos del grupo de posgrado de la universidad B, es una selección prácticamente igual que la de posgrado de la universidad A, con la variante de que muchos alumnos traen sus propios proyectos del trabajo para resolverlos en clase. De esta cartera de proyectos junto con los del profesor, los equipos compiten por la realización de alguno de ellos basados en sus capacidades y conocimiento, y por consenso toman la decisión de quien lo llevará acabo.

En cuanto a los avances de prototipos, el grupo pregrado experimental y los grupos posgrado experimentales, avanzan semanalmente en su proyecto integrando las metodologías vistas en la semana, ellos tienen dos presentaciones de avances en el periodo escolar. Con respecto al grupo experimental universidad C, los alumnos van construyendo durante todo el período su prototipo final. Los alumnos presentan sus avances semanalmente incluyendo las metodologías vistas hasta el momento, en cada clase el profesor selecciona algunos equipos para presentar sus avances integrando las metodologías vistas hasta ese momento. Cabe mencionar que la presentación de avances de todos los grupos es realizada muy profesionalmente por medio de “*power point*”.

Con respecto a la entrega de prototipos, el grupo experimental de la universidad A basa el 30% de la calificación total del grupo en el prototipo final mediante su entrega física o por fotos.

En la universidad C, los alumnos están obligados a entregar un prototipo final funcionando, de lo contrario reprueban el curso para volver a tomarlo eventualmente. En ambos grupos toda la sesión final se basa en estas presentaciones. En los grupos experimentales de las universidades A y B se entrega el prototipo final mediante una presentación en donde los alumnos explicaron en que consistió su prototipo final.

Otra agrupación de características observadas se basó en lo que se le ha denominado modelo educativo, en la tabla 60 se expresa cada uno de los puntos:

Tabla 60  
Modelo educativo de cada curso

	Universidad A Pregrado control	Universidad A Pregrado experimental	Universidad C pregrado experimental	Universidad A posgrado experimental	Universidad B posgrado experimental
Plataforma tecnológica	Uso de Blackboard como apoyo adicional en la clase.	Uso de Blackboard como apoyo adicional en la clase.	La clase no cuenta con plataforma tecnológica, si cuenta con una página en Internet.	Uso de Blackboard como apoyo adicional en la clase.	Uso de Blackboard como apoyo adicional en la clase.
Forma de impartir clase	Basada en teoría, interacción mediante preguntas y respuestas.	Se basó en agenda del día con diferentes actividades.	Comenzaba con avances semanales del prototipo final por parte de los equipos. Clase teórica y actividades en equipo o individuales.	Presentaciones de equipos sobre avances del prototipo final y retroalimentaciones.	Teoría y actividades en equipo en el salón de clases.
Comportamiento de alumnos en el salón de clases	Alumnos hiperactivos con capacidad multitarea. Poca participación en clase.	Alumnos hiperactivos con capacidad multitarea. Poca participación en clase.	Alumnos más concentrados en la clase con proactividad y participación en clase.	Cierto grado de ansiedad en sus presentaciones, poca interacción con los exponentes.	Mayor madurez, mayor atención y mayor interacción.

	Universidad A Pregrado control	Universidad A Pregrado experimental	Universidad C pregrado experimental	Universidad A posgrado experimental	Universidad B posgrado experimental
Actividades	Exposición del maestro en clase, tareas, exámenes e investigaciones	Exposición del maestro en clase, tareas, exámenes y prototipo final.	Exposición por parte del profesor, actividades individuales y en equipo, exámenes, prototipo final.	Exposición del profesor en clase, exámenes, tareas, desarrollo de prototipo final.	Exposición del profesor en clase, exámenes, tareas, desarrollo de prototipo final.
Asesorías con profesor	El profesor ofrece asesorías fuera del salón de clases	El profesor ofrece asesorías fuera del salón de clases	El profesor ofrece asesorías fuera del salón de clases	El profesor ofrece asesorías fuera del salón de clases	El profesor ofrece asesorías dentro del salón de clases y por medio de correo electrónico o teléfono.
Cultura de innovación y creatividad	No había muchas actividades evidentes en donde ser creativos	Los alumnos desarrollan habilidades de creatividad desde el momento en que construyen un prototipo final, además de que están en carreras consideradas como creativas.	Los alumnos desarrollan habilidades de creatividad desde el momento en que construyen un prototipo final, además de que están en carreras consideradas como creativas.	Los alumnos desarrollan habilidades de creatividad desde el momento en que construyen un prototipo final, además de que están en carreras consideradas como creativas.	Los alumnos desarrollan habilidades de creatividad desde el momento en que construyen un prototipo final, además de que están en carreras consideradas como creativas.

Con respecto a la plataforma tecnológica el grupo de control de la universidad A y de los grupos experimentales de la universidad A y B, usaron el Blackboard, plataforma que permite manejar ambientes virtuales y proporcionar al alumno un repositorio de materiales, lecturas, actividades y documentos pertinentes para la clase. En el caso de estos tres grupos, en la

plataforma se podía encontrar documentos, materiales y actividades a realizar a lo largo del periodo escolar. Lo anterior debido a que el modelo educativo de esta universidad menciona que “utiliza el potencial de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación para el diseño de los cursos en plataformas tecnológicas como Blackboard”, (Tecnológico de Monterrey, 2006). Con respecto al grupo experimental de la universidad C, el profesor no usó ninguna plataforma tecnológica, sin embargo, el profesor utilizaba el Internet como herramienta repositoria de materiales, lecturas y documentos usados en la clase.

En relación a la forma de impartir la clase, se observó que el profesor del grupo control, comenzaba con teoría apoyado con filminas que se proyectaban en una pantalla frente al grupo. La mayor parte de las clases observadas se basaban en teoría, aunque se tiene referencia de que los alumnos hacían actividades en el salón de clase. El profesor invita a participar a los alumnos por medio de preguntas y comentarios en el transcurso de la clase, no había recesos debido a lo recortado del tiempo. Se observó un amplio dominio del tema por parte del profesor.

El profesor del grupo experimental de pregrado de la universidad A comenzaba la clase apuntando en el pizarrón la agenda del día, como podía comenzar con teoría, podía hacerlo con un examen rápido, entrega de tareas, entrega de calificaciones o cualquier otra actividad que mostraba en la agenda del día. Cuando el profesor impartía clase se apoyaba con filminas que se proyectaban en una pantalla en donde explicaba cada aspecto relacionado con la teoría. Aun y que no había recesos en las clases, se observó que el tiempo muchas veces no era el suficiente para completar la agenda del día, por lo que las actividades pendientes las dejaban para una sesión posterior. El profesor muestra mucho dominio sobre los temas que da.

Por otra parte, el profesor del grupo experimental pregrado de la universidad C comenzaba la clase con las presentaciones de los avances de los equipos seleccionados al azar en ese momento, solamente pedía la participación de 4 a 5 equipos, sin embargo, si el tiempo era

suficiente, invitaba a participar a más equipos. Tanto el resto del grupo como el profesor podían retroalimentar al equipo presentador. Posteriormente se tomaba un tiempo de la clase para dar explicaciones teóricas sobre la metodología a revisar proyectando su clase en la pared del salón para apoyarse con filminas. Había un receso a la mitad de las tres horas. Algunas veces el profesor dejaba actividades individuales o en equipo a realizar en el salón de clases, otras veces aplicaba exámenes rápidos, si quedaba tiempo, pedía a los alumnos que se juntaran con sus equipos y que adelantaran su prototipo final. Se observó una amplia experiencia en los temas que explicaba el profesor.

En cuanto al grupo experimental posgrado de la universidad A, se tuvo la oportunidad de asistir a los avances del proyecto final, por lo que se observó que el profesor organizaba las presentaciones de los equipos al momento de iniciar la clase, (esta organización no necesariamente era en orden ascendente de acuerdo al número de equipos), posteriormente les explicaba cómo se iba a evaluar, que consistía en una calificación dada por el grupo (no podían poner la misma calificación a dos equipos), y la del profesor. Así mismo se aclaraba que el tiempo de presentación estaba compuesto por 15 minutos y 5 minutos de preguntas por parte del grupo y del profesor, mismas que tendrían que ser respondidas a manera de defensa de su proyecto. Había una persona que tomaba el tiempo e indicaba cuando se había terminado, por lo que los equipos debían medir muy bien su tiempo de exposición. Al finalizar las presentaciones además de las preguntas hechas por los compañeros de clase, el profesor además de sus preguntas, daba retroalimentación profunda a los alumnos, si las dudas seguían, el profesor invitaba a los alumnos a que hicieran cita para que les diera asesoría personalizada. Había un receso a la mitad de la clase. Se observó que el profesor tiene un amplio dominio sobre el tema.

Finalmente en el grupo experimental posgrado de la universidad B daban clase los profesores b y d, por lo que el estilo de dar clases prácticamente era el mismo que con los grupos

experimentales de la universidad A. En este grupo a cada profesor le correspondió ir a diversas sesiones, y en la sesión de presentación de proyectos finales asistieron los dos. Los profesores tenían que viajar a Cd. Juárez, México, para exponer la clase en dos días, los viernes y sábados de cada 15 días. La clase prácticamente se conjuntaba de teoría expuesta por el profesor a través de apoyos visuales y de actividades en el salón de clases, muchas veces eran asesorías por parte de los profesores. Además, las asesorías de los profesores hacia los equipos de trabajo eran realizadas mediante correo electrónico o teléfono cuando la clase no era programada. Se observa gran dominio de los temas por parte de los profesores.

En cuanto al comportamiento de los alumnos, se observó que tanto en el grupo control como en el grupo experimental pregrado universidad A los alumnos eran muy inquietos, sin embargo se observó que tienen la capacidad de hacer muchas cosas a la vez como contestar el teléfono celular, navegar en la computadora, platicar con sus compañeros, hacer trabajos y poner atención. Lo que sugiere que estos alumnos necesitan una clase llena de estímulos tanto visuales como auditivos y quinesésicos para lograr captar su atención total. Por otra parte, en el grupo experimental pregrado de la universidad C se observó mucho interés en las presentaciones de avances y en clase por parte de los alumnos.

Con respecto al grupo experimental posgrado de la universidad A, dado que se asistió a las presentaciones de los avances de proyecto, se percibió que los alumnos estaban poco ansiosos por la presión de sus presentaciones, pusieron atención a sus compañeros, pero las preguntas fueron escasas. En cuanto al grupo experimental posgrado de la universidad B, los alumnos prestan mucha atención tanto a los profesores como a las presentaciones de sus compañeros. Se observa un grado de madurez mayor que el resto de los grupos, (en la generalidad).

En cuanto a las actividades de los cursos, se observa en la generalidad que los profesores hacen lo posible para que sus alumnos tengan teoría y práctica unidas, es decir, muchas de las

actividades son enfocadas a realizar investigaciones y proyectos de la vida real, y mayormente en los grupos experimentales dado que los alumnos realizan un prototipo final funcional para inclusive buscar una patente.

Además de las clases, se observó que los profesores de los cursos ofrecían asesorías fuera del horario de clase con la finalidad de disipar las dudas de los alumnos y apoyar en el desarrollo de sus proyectos finales. En el grupo experimental posgrado de la universidad B, por la distancia, la mayor parte de las asesorías eran realizadas por correo electrónico o por medio de teléfono. Se observó un compromiso total por parte de los profesores y una disposición plena al momento de asesorar.

En la parte de cultura de innovación y creatividad, en el grupo de control no se observaron muchas oportunidades de ser creativos o innovadores. Se sugiere que el profesor planee actividades en donde los alumnos puedan desarrollar estas habilidades. Por otro lado, los grupos experimentales tuvieron mucha oportunidad de desarrollar habilidades de innovación y creatividad desde el principio del curso, dado que los alumnos comienzan a construir su prototipo final casi desde el inicio del periodo escolar. De ahí, parten una serie de actividades que implican impulsos creativos y desarrollos innovadores por parte de los alumnos.

Uno de los aspectos cruciales en la presente investigación fue averiguar si las metodologías TRIZ y QFD apoyan en el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad en los alumnos, mediante la solución creativa de problemas, ante esta situación es necesario complementar información que proporciona respuestas a planteamientos hechos con anterioridad, para ello se encuentra la tabla 61, (cabe mencionar que por razones lógicas, en la tabla no aparecerá el grupo de control):



Tabla 61

Desarrollo de habilidades de innovación y creatividad con TRIZ y QFD

	TRIZ	QFD
Universidad A Pregrado experimental	La metodología fue enseñada a través de teoría y ejercicios con la finalidad de que los alumnos se familiarizaran con el llenado de tablas. En la clase de TRIZ hubo mucha participación por parte de los alumnos. Los alumnos comprendieron la metodología y la aplicaron en sus prototipos finales.	El profesor explicó mediante filminas el QFD, al terminar la teoría, bajó un software en la computadora con el propósito de que los alumnos practicara en ese momento la metodología, llenado la casa de la calidad y los requerimientos del cliente. El modelo de Kano sirvió de complemento. Los alumnos comprendieron la metodología y la aplicaron ampliamente en sus prototipos finales.
Universidad C pregrado experimental	La metodología fue enseñada a través de teoría, mencionando los 40 principios de inventiva y ejemplificando cada uno de ellos. Una semana antes de la clase del TRIZ, el profesor dio a sus alumnos documentos escritos para que se fueran familiarizando con la metodología. Al final de la exposición del profesor, se realizó un ejercicio con una tabla que contenía los 40 principios, con el objeto de que los alumnos aprendieran a manejarla y a usarla en su prototipo final. Todos los alumnos aplicaron el TRIZ en su prototipo final.	En el caso de este grupo, los proyectos salieron de una cartera en donde los clientes especificaban las necesidades que tenían y conceptualizaban el producto final. Aunque los alumnos se les fue explicado el QFD, las necesidades específicas de sus clientes no dieron mucho espacio para la aplicación de la metodología.
Universidad A posgrado experimental	En este grupo se tuvo la oportunidad de asistir a los avances de proyecto cuando se integraba TRIZ, lo que se observó es que todos los equipos comprendieron y aplicaron la metodología en sus proyectos finales. Inclusive algunos mencionaron la importancia de TRIZ para haber llegado a esas alturas de su proyecto.	Bajo las mismas circunstancias, la observación fue realizada el día en que se presentó el avance del proyecto final, en el momento en que se incluía la metodología QFD en su trabajo. Se observó que todos los equipos hicieron uso de la casa de calidad y sustentaron sus prototipos con la metodología.
Universidad B posgrado experimental	En este grupo se enseñó TRIZ a profundidad con las tablas de contradicciones. Los equipos aplicaron muy bien la metodología en sus prototipos finales.	QFD fue enseñado al grupo, se observó que todos entendieron bien la metodología y la aplicaron al proyecto final.

Se observó que los grupos enseñaron TRIZ Y QFD al mismo tiempo, es decir, bajo la misma planeación del curso dado que tenían una razón muy específica como elemento en la construcción de un prototipo final. Resalta el hecho de que el grupo experimental pregrado de la universidad C no hizo mucho hincapié en el QFD como herramienta para cubrir las necesidades de los clientes, dado que los prototipos finales estaban basados precisamente en necesidades específicas de clientes. Por lo demás, el resto de los cursos de la muestra enseñaron el QFD con mayor profundidad y con el llenado de la “casa de la calidad” requerida con la metodología.

Así mismo se observó que hubo diferencias entre los grupos en cuestión de la construcción del prototipo final. Comparando los grupos de pregrado se llega a la conclusión de que el grupo de la universidad C tenía muchos avances en el desarrollo del prototipo final, de hecho los alumnos tenían como responsabilidad principal ir construyendo el prototipo minuciosamente semana tras semana. En el grupo de la universidad A no se observaron detallados grados de avance, de hecho hubo falta de tiempo para completar los prototipos de uno de los grupos.

Por otra parte, el nivel de los proyectos de los grupos de pregrado contra los de posgrado es menor, se observa un grado de mayor dificultad en los proyectos de los alumnos de posgrado dado que incluyen aspectos matemáticos profundos para llegar a sus conclusiones.

### *Modelo educativo*

Como se estableció en el capítulo dos de la presente investigación, la necesidad imperiosa de modelos educativos que estén acordes a las necesidades globales, no se hace esperar. Es necesario planear, construir y educar a favor de las necesidades crecientes de un mundo donde la dinámica es la vertiente principal.

Basados en los modelos educativos de las universidades A y C, (cabe aclarar que el modelo educativo de la denominada universidad B es regido por el mismo que tiene la universidad A por

ser parte de su sistema escolar), se observa de manera general que la universidad A cuenta con un modelo educativo sobre el cual encauza las actividades tanto curriculares como extracurriculares de sus alumnos, enfocados hacia una serie de principios, valores y formación profesional acordes con las demandas globales.

Por otro lado, se observa que la universidad C carece de un modelo que guíe a sus estudiantes a la par de un currículo, sin embargo hacen extremo hincapié a los valores, actitudes y desarrollo profesional con enfoque al servicio a la comunidad. Se rigen por su misión que consiste mayormente en formar personas integrales para que se desempeñen con plenitud en los diferentes ámbitos de la vida.

Parte de estos modelos educativos tiene que ver con el desarrollo de habilidades, entre las cuales figura la innovación y la creatividad. Basados en esto, se procedió a hacer un análisis de los programas de las carreras que formaron parte de el presente estudio con el objeto de compararlas entre sí en relación a la educación innovadora y creativa en los estudiantes.

Cabe aclarar que los Ingenieros Industriales y de Sistemas solo fueron representados en la universidad A. Una de las habilidades a desarrollar es mejorar, innovar y desarrollar procesos de productos y servicios de alto valor agregado. Es decir, los estudiantes de esta carrera son educados hacia el desarrollo e innovación de procesos. Si se compara con los resultados cuantitativos de las encuestas, sobresale que estos alumnos, mayormente representados en el grupo de control, fueron los que tuvieron ganancia de creatividad respecto a la aplicación de la prueba de personalidad creativa de la pre a la post prueba.

En relación a la carrera de Licenciado en Diseño Industrial (LDI), no hay diferencias significativas de esta carrera en particular entre las universidades A y C. Se aprecia que la palabra innovación es tomada en cuenta por los dos planes de estudio y el uso de tecnología es inminente. En cuanto al campo de trabajo, ambas universidades se enfocan al trabajo empresarial y a

emprendedores. Los Licenciados en Diseño Industrial representados en los grupos muestra de pregrado, no resultaron con cambios en ninguno de los test aplicados.

En cuanto a la carrera de Ingeniero en Mecatrónica de ambas universidades se observa que las dos universidades pretenden desarrollar habilidades de innovación y creatividad entre los estudiantes Ingenieros en Mecatrónica mediante la integración y desarrollo de productos con tecnología de punta. En el desarrollo de habilidades, la universidad A pretende formar profesionistas que diseñen productos que generen soluciones que apoyen a la competitividad de las empresas. La universidad C se enfoca al desarrollo de competencias profesionales. Es importante mencionar que los Ingenieros en Mecatrónica, según los datos estadísticos arrojados, disminuyeron en lo referente a creatividad en la aplicación de la prueba de personalidad creativa.

Por otra parte, los Ingenieros Mecánicos Administradores en ambas universidades son educados para diseñar productos y procesos mediante tecnologías de vanguardia. En cuanto al desarrollo de habilidades, la universidad A se enfoca básicamente al uso eficiente de recursos para el desarrollo e innovación de productos y procesos de manufactura mediante la adaptación a los cambios tecnológicos. La universidad C por su parte, se enfoca a la mejora del desempeño de los procesos productivos mediante la evaluación del desempeño de componentes y a la creación de oportunidades de nuevos negocios. En cuanto al campo de trabajo, la universidad A se basa en el trabajo en los sectores industriales. La universidad C menciona las áreas en donde el estudiante se puede desempeñar con base en su formación escolar.

En cuanto a los Ingenieros Mecánicos Electricistas, la Universidad C no cuenta con esta carrera, sin embargo en la universidad A si está representada en los grupos de la muestra.

Aunque no se menciona la palabra innovación o creatividad, pero si desarrollo, vale la pena resaltar el hecho de que los Ingenieros Mecánicos Electricistas tuvieron una ganancia en

creatividad respecto a las demás carreras representadas en lo que corresponde a la prueba de personalidad creativa.

Se observa que tanto en la universidad A como en la C las palabras innovación, creatividad y diseño prevalece en las descripciones de estas tres carreras, sin embargo, en los planes de estudio la carrera de Licenciado en Diseño Industrial se fundamenta más que nada en diseño, mientras que la formación de los ingenieros aunque implica diseño, es mayormente analítica. No obstante los alumnos de todas las carreras representadas mostraron que tenían en la generalidad un alto grado de creatividad a desarrollar en sus alumnos.

En cuanto a los grupos experimentales de posgrado, se aprecia que la maestría de la universidad A tiene un enfoque meramente manufacturero, mientras que la universidad B se inclina hacia la gestión administrativa de la industria manufacturera, por lo que las habilidades a desarrollar de la primera tienen que ver con la integración de sistemas de manufactura mientras que los segundos tienden a la toma de decisión con visión estratégica. En cuanto al campo de trabajo es muy evidente que la formación de profesionistas hacia la operación, en el caso de la universidad A y hacia la administración, en el caso de la universidad B.

Dadas estas circunstancias, es necesario resaltar el hecho de que los alumnos de la universidad B, en términos generales, mostraron menor creatividad comparados con los alumnos de posgrado de la universidad A.

De acuerdo a las observaciones y la forma en el planteamiento de la educación, en la tabla 62 se presentan los elementos más significativos en el modelo educativo y en la práctica docente de la universidad A y las prácticas educativas de la universidad C.

Tabla 62  
Modelo educativo y práctica docente en las universidades A y C

	Modelo Educativo y práctica docente Universidad A	Modelo Educativo y práctica docente Universidad C
Centrado en el alumno	Si	Si
Auto aprendizaje	Si	Si
Uso de tecnologías	Si	Si
Uso de técnica didáctica	Sí, todos los cursos de la muestra utilizan POL	No, el profesor enseña bajo el plan analítico del curso, aunque de forma natural sea un POL
Forma de evaluación	Conocimientos, habilidades actitudes y valores	Conocimientos, habilidades actitudes y valores
Fomento de creatividad e innovación	Si, mediante la construcción de un prototipo final	Si, mediante la construcción de un prototipo final
Integración de teoría y práctica	Si	Si
Toma de decisiones	Si	Si
Solución de problemas	Si	Si
Aplicación de conocimiento a la mejora social y desarrollo del medio ambiente.	Si	Si
Relación escuela-industria-gobierno	Si, desarrollo de patentes. Con los grupos de posgrado además, hay relación con gobierno mediante proyectos de investigación	Si, desarrollo de patentes
Servicio a la comunidad (desarrollo social)	Si	Si
Incubadora de empresas	Si	Si
Vinculación	Si, se hace por medio de los mismos profesores.	Si, se hace por medio de los mismos profesores.

Como se observa, el modelo educativo de la universidad A y las prácticas educativas de la universidad C (en el caso del curso observado) están orientados hacia los cambios que maneja el mundo actual, una conversión escuela-trabajo-gobierno con apoyos sociales y enfocados al

cuidado del medio ambiente (Aguerrondo (2004); Naseeh (2006); Mungaray (2001); Galeano (2006); Gallart (1997); Etzkowitz y Leydesdorff, (1997)). Así mismo, se desarrollan habilidades de innovación y creatividad entre los estudiantes mediante cursos que promueven el pensamiento divergente y los apoyan en la innovación por medio de proyectos que implican la creación de prototipos útiles a la empresa o comunidad.

Por otra parte, el uso de tecnologías es una de las competencias que no se pueden dejar de lado, como mencionan Naseeh (2006) y Aguerrondo (2004) cuando dicen que los estudiantes deben tener competencias básicas adecuadas para la comunicación y colaboración con el profesor y otros estudiantes por medio de la computadora y otras tecnologías. El uso de tecnologías, es básico dentro de la forma de impartir cursos en ambas universidades, de hecho, en los currículos de las carreras se puede encontrar el gran peso que se les da al uso de tecnologías y se observa mayormente en el diseño conceptual que manejan a través de software especializado. Así mismo, los profesores promueven el uso de tecnologías en el laboratorio de diseño de productos.

Por lo que se observa, la universidad A tiene un planteamiento del modelo educativo de tal forma que la academia sigue cada uno de los puntos que son marcados por éste. Por otro lado, se aprecia que en la universidad C los profesores tienen prácticas educativas “personalizadas” es decir, cada profesor enseña a su grupo con sus “propias reglas” enfocados a la misión, principios, objetivos y fines de su universidad. Sin embargo se aprecia que tienen una visión global dado que enseñan de acuerdo al desarrollo de competencias necesarias en el mundo actual.

#### *Producto- Evaluación del prototipo final*

Como se mencionó anteriormente, para completar la investigación de campo y dar respuesta a la pregunta de investigación, se evaluó el prototipo final de cada uno de los equipos de los grupos muestra con la finalidad de visualizar, de alguna manera, la culminación en el desarrollo

de habilidades de creatividad e innovación de los alumnos. Esta evaluación será realizada mayormente a través de la aplicación de las metodologías TRIZ y QFD, además de tomar en cuenta el diseño, prototipo y grado de dificultad.

La evaluación de los prototipos finales se realizó a través del desarrollo del TRIZ, QFD y los Criterios Generales de Evaluación de Producto Innovador (Premio Tecnos, 2007), mismos que se pueden ver en el Anexo J. Las evaluaciones fueron realizadas por medio de la información que fue proporcionada por los profesores de las materias, que en algunos casos fue escasa debido a la confidencialidad de los prototipos finales, por lo que las evaluaciones fueron realizadas a través del material proporcionado y por medio de las observaciones en el aula. Por la misma causa, se reserva el nombre de estos prototipos. Cabe aclarar que no se consiguió el permiso para la evaluación de los prototipos finales del grupo 6 y que el grupo 1 no entra en esta evaluación. El detalle de las evaluaciones se encuentra en los anexos K, L, M y N.

#### *Prototipos finales grupo 2*

En el grupo 2 se realizaron 6 prototipos finales, de los cuales la mayor parte fueron extraídos de una cartera de proyectos con la que contaba el profesor. De manera general se observó que la mayor parte de los equipos tuvieron buena comunicación, aspecto que les proporcionó el apoyo necesario para la realización de sus prototipos finales. Solamente 4 prototipos fueron entregados físicamente y funcionando, la mayoría en su totalidad, el resto (2) solo entregaron el modelo conceptual del prototipo con diseños en dibujo o en tercera dimensión en computadora. No se fijó ningún costo para la construcción del prototipo, dado que los alumnos dependían del material disponible en los laboratorios. Es importante mencionar que el costo estimado que debía tener el concepto de diseño propuesto para su venta, debía estar acotado de acuerdo al estudio de comparación competitiva (Benchmarking).



Es importante mencionar que en este grupo el 52.6% eran Ingenieros Mecánicos Administradores, seguidos de un 36.8% de Licenciados en Diseño Industrial (LDI), y que un 42.1% cursaba el 5° semestre de la carrera.

Con respecto al TRIZ, todos los equipos incluyeron la metodología en sus trabajos finales, mencionando que fue de gran ayuda para resolver las contradicciones técnicas de sus prototipos. Ninguno de los equipos realizó una contradicción física, es decir, aunque en su mayoría se consideran proyectos creativos, no hubo nueva tecnología ni tampoco se creó un nuevo fenómeno.

En relación al QFD se observó que se hizo mucho hincapié en dado que la documentación de los prototipos finales tenía que contener todo el estudio de la metodología QFD con la casa de calidad y apoyados por el modelo de Kano. Se apoyaron en encuestas realizadas a una muestra de posibles clientes para obtener resultados fidedignos. Así mismo, todos los equipos realizaron una evaluación comparativa de productos competitivos, definieron las variables a medir, se observó que todos los proyectos estaban apegados a la realidad y eran factibles dado que los costos no se disparaban. Todos los equipos realizaron una buena recopilación de datos en relación a la metodología QFD, dando como resultado la interpretación de las necesidades de los clientes para el desarrollo de productos.

Por otro lado, la evaluación del Premio Tecnos arrojó como resultados que 4 de los equipos tuvieron un nivel 1, lo cual significa que es un trabajo estándar, que contienen una buena solución mediante métodos conocidos en el campo, es muy elemental, se considera que es una contribución, no una innovación. Por otra parte, 2 de los equipos fueron calificados como nivel 2, es decir, desarrollaron un sistema existente con algún grado de avance y complicación.

En relación a la singularidad u originalidad, se observó que todos los trabajos estaban basados en otros ya existentes agregando mejoras sobretodo de diseño. En cuanto al valor

agregado, se observó que 4 equipos se enfocaron a resolver la necesidad de la comunidad. Un equipo tuvo como valor agregado el impulsar la mejora de las actividades productivas, un equipo más resolvió la necesidad de una comunidad, un equipo se enfocó a un nicho específico de mercado, uno más resolvía la necesidad de una empresa y dos equipos se enfocaron a resolver necesidades específicas de una empresa.

Por otra parte, en relación a los factores económicos, 5 equipos obtuvieron beneficios complementarios y uno de ellos se enfocó a reducir los costos operativos. En lo que respecta al impacto o importancia, 4 de los equipos contribuyen a la comunidad con su proyecto, y dos de ellos contribuyen a la empresa. La calidad de presentación del trabajo es muy buena por parte de los equipos.

### *Prototipos finales grupo 3*

En el grupo 3 se realizaron 6 prototipos finales, de los cuales la mayor parte fueron extraídos de una cartera de proyectos con la que contaba el profesor. De manera general se observó que la mayor parte de los equipos tuvieron buena comunicación, aspecto que les proporcionó el apoyo necesario para la realización de sus prototipos finales. Debido a que en este grupo se tuvo que adelantar la entrega de prototipos finales, ninguno fue entregado físicamente, solamente se mostraron dibujos y un equipo demostró una maqueta.

Es importante mencionar que en este grupo el 65.2% eran Licenciados en Diseño Industrial (LDI), Ingenieros Mecánicos Administradores y Electricista el 13.0%, solo un 8.7% eran Ingenieros Industriales y de Sistemas. El 52.2% estaba cursando el 7° semestre.

Con respecto al TRIZ, todos los equipos incluyeron la metodología en sus trabajos finales, mencionando que fue de gran ayuda para resolver las contradicciones técnicas de sus prototipos. Ninguno de los equipos realizó una contradicción física, es decir, aunque en su mayoría se

consideran proyectos creativos, no hubo nueva tecnología ni tampoco se creó un nuevo fenómeno.

En relación al QFD se observó que se hizo mucho hincapié en dado que la documentación de los prototipos finales tenía que contener todo el estudio de la metodología QFD con la casa de calidad y apoyados por el modelo de Kano. Se apoyaron en encuestas realizadas a una muestra de posibles clientes para obtener resultados fidedignos. Así mismo, todos los equipos realizaron una evaluación comparativa de productos competitivos, definieron las variables a medir, se observó que todos los proyectos estaban apegados a la realidad y eran factibles dado que los costos no se disparaban. Todos los equipos realizaron una buena recopilación de datos en relación a la metodología QFD, dando como resultado la interpretación de las necesidades de los clientes para el desarrollo de productos.

Por otro lado, la evaluación del Premio Tecnos arrojó como resultados que 3 de los equipos tuvieron un nivel 1, lo cual significa que es un trabajo estándar, que contienen una buena solución mediante métodos conocidos en el campo, es muy elemental, se considera que es una contribución, no una innovación. Por otra parte, 3 de los equipos fueron calificados como nivel 2, es decir, desarrollaron un sistema existente con algún grado de avance y complicación.

En relación a la singularidad u originalidad, se observó que 4 de los trabajos estaban basados en otros ya existentes agregando mejoras sobretodo de diseño, uno de ellos tenía como referencia un trabajo similar, sin embargo no trabajaron con las especificaciones iguales, uno más fue considerado por el equipo como una innovación.

En cuanto al valor agregado, se observó que 5 equipos se enfocaron a resolver la necesidad de la comunidad, uno de ellos además de resolver la necesidad de la comunidad, también se ocupaba del medio ambiente.

Por otra parte, en relación a los factores económicos, los 6 equipos obtuvieron beneficios complementarios. En lo que respecta al impacto o importancia, 4 de los equipos contribuyen a la comunidad con su proyecto, y dos de ellos, además de contribuir a la comunidad, también contribuyeron al medio ambiente. La calidad de presentación del trabajo es muy buena por parte de los equipos.

#### *Prototipos finales grupo 4*

Todos los prototipos finales del grupo experimental de la universidad C, fueron extraídos de una cartera de proyectos que el profesor tenía de acuerdo a requerimientos específicos de personas que se acercaban con él para la realización de proyectos. Los prototipos del grupo experimental pregrado universidad C fueron 8, de los cuales uno de ellos no continuó hasta el final. Se observó que la mayor parte de los equipos tuvieron muy buena comunicación, lo que dio pie a que los equipos estuvieran trabajando a la par en el desarrollo del prototipo final. Por el contrario, se observó que los equipos que no tuvieron buena comunicación tardaron más en ponerse de acuerdo sobre el diseño que podría sufragar las necesidades el cliente. Es importante mencionar que los alumnos eran responsables de construir su prototipo en el laboratorio, muchos de los equipos compraron sus propios materiales. Todos los trabajos tuvieron un nivel ingenieril aceptable en donde pusieron a trabajar sus capacidades creativas e innovadoras, apoyados en todo momento por asesorías del profesor.

Con respecto al desarrollo del TRIZ, la mayor parte de los equipos mencionó que fue una herramienta de gran ayuda para resolver contradicciones técnicas en sus prototipos finales. Sin embargo se dio más peso a metodologías como SSD, DFA y DFM. Ninguno de los equipos pasó a la resolución de una contradicción física, es decir, no hubo prototipos que implicaran una nueva tecnología que rompiera paradigmas, ni tampoco se creó un nuevo fenómeno. Se asume que por el nivel pregrado, los alumnos no tienen el conocimiento ni experiencia suficiente como para

pasar a los niveles 4 y 5 del TRIZ, no obstante, el nivel que se manejó fue alto para sus estándares.

En relación al QFD, se observó que no se hizo mucho hincapié dado que los prototipos finales eran parte de requerimientos específicos de clientes. Aunque el profesor enseñó la metodología QFD, ninguno de los equipos realizó la casa de la calidad. No obstante, todos los equipos realizaron una evaluación comparativa de productos competitivos con sus respectivos reportes de materiales y procesos de fabricación. Así mismo, todos los equipos realizaron la definición de variables a medir, desde el principio del periodo escolar. Todos los prototipos estaban apegados a la realidad y eran factibles de hacer. La reflexión e interpretación de los resultados del QFD fueron hechas a través de las especificaciones de los clientes.

En cuanto a la evaluación basada en el Premio Tecnos se observó que 2 de los prototipos finales estuvieron en el nivel 1 que se caracteriza por una buena solución de métodos conocidos en el campo, es muy elemental, no es nuevo y es una contribución no es una invención real. Por otro lado, 5 prototipos finales se evaluaron en un nivel 2 que significa una mejora, el desarrollo de un sistema existente usualmente con un grado de avance y complicación. En cuanto a la singularidad u originalidad a las contribuciones tecnológicas, se observó que la mayoría de los equipos realizó trabajos que ya existían, agregando una mejora en niveles ingenieriles y de diseño. Es importante resaltar que uno de los equipos, basados en un trabajo manual, lo hicieron automatizado. Todos los equipos tienen como valor agregado la resolución de la necesidad de un cliente específico. En cuanto a los factores económicos en la mayoría de los prototipos se obtienen beneficios alternos en cuanto al cubrimiento de las necesidades de los clientes, en uno de los prototipos finales también se observa un beneficio en el ahorro de tiempo, en la mayoría se resaltan una disminución en costos. En cuanto al impacto o importancia, 2 de los equipos tiene un impacto directo en el cliente, 3 de ellos, además de su impacto en el cliente, tienen impacto en la

comunidad, y un equipo además, tiene impacto ecológico. Todos los equipos tienen una buena calidad en la presentación de la información en su estructura de contenido y secuencia lógica de ideas.

#### *Prototipos finales grupo 5*

En el grupo experimental posgrado de la universidad A hubo 9 prototipos finales, de los cuales el 100% fueron extraídos de los prototipos que tenía el profesor en la cartera de proyectos. De manera general se observó que los equipos tuvieron muy buena comunicación, por lo que pudieron realizar proyectos de alta calidad. Solamente 2 prototipos de los 9 fueron entregados en maquetas, el resto fue entregado por medio de dibujos con la ayuda de diferentes herramientas computacionales.

Uno de los aspectos fundamentales en la realización de los prototipos fue que los equipos debían realizarlos con menor costo que la competencia, por lo que se hizo un amplio estudio de patentes, materiales y aspectos ingenieriles relacionados con la energía. Es necesario señalar que el tiempo acotado de un periodo escolar no fue el suficiente para profundizar más en cada uno de los prototipos.

Cabe destacar que en este grupo una mayoría del 47.4% tenía la carrera de Ingenieros en Mecatrónica (IMT), seguidos de un 26.3% de Ingenieros Mecánicos Electricistas (IME), por lo que el análisis en los prototipos finales fue mayormente matemático.

Con respecto al TRIZ, todos los equipos incluyeron la metodología en sus trabajos siendo de gran apoyo en la resolución de contradicciones físicas y técnicas. Todos los equipos llegaron hasta el nivel 3 (Nivel 1. Mejora, Nivel 2. Resolver una contradicción técnica (40 principios de inventiva), Nivel 3. Resolver una contradicción física (4 separaciones)). Ningún equipo llegó al Nivel 4. Nueva tecnología (romper paradigmas o cambios de tecnologías), ni Nivel 5. Nuevo fenómeno (nuevas ciencias).

Los equipos hicieron hincapié en la relevancia del QFD, todos hicieron una evaluación comparativa de productos competitivos, definieron las variables a medir y los proyectos eran factibles. A este nivel, los cálculos matemáticos eran fundamentales por lo que todos los equipos los realizaron.

Con respecto a la evaluación por medio de la metodología del Premio Tecnos, arrojó como resultados que el 100% de los equipos tuvieron un nivel 3, lo cual significa que hicieron una innovación o invención dentro del paradigma con mejoras fundamentales de sistemas existentes utilizando métodos de otros campos.

En lo que respecta al aspecto de singularidad u originalidad se observó que el 100% de los trabajos fueron basados en otros ya existentes con mejoras en ingenieriles relativas a la energía y con materiales más baratos. Uno de los equipos, además, hizo cambios en las partes del producto para la mejora en su funcionamiento. Un equipo más realizó una contribución mayor en relación a la concentración de energía solar.

En cuanto al valor agregado, se observó que el 100% de los equipos se enfocaron a resolver problemas de la comunidad por medio de prototipos útiles en la recopilación de energía solar para su funcionamiento, por lo que se considera que todos los equipos realizaron productos en apoyo al medio ambiente.

Por otra parte, en lo relativo a factores económicos se encontró que el 100% de los productos disminuyen los costos operativos creando un ahorro en la manufactura de los productos beneficiando así a los consumidores finales. En el impacto o importancia, los equipos contribuyen a la comunidad enfocados a energías alternativas. La evaluación de los prototipos finales se observa en el Anexo K. El resumen de la evaluación de los prototipos finales se encuentra en la tabla 63:

Tabla 63. Resumen de la evaluación de los prototipos finales

	Cantidad de prototipos	TRIZ	QFD	Premio Tecnos
Grupos 2 y 3	12	Si	Si	Nivel 1- 58% Nivel 2- 41%
Grupo 4	7	Si	No	Nivel 1- 22% Nivel 2- 77%
Grupo 5	9	Si	Si	Nivel 3- 100%

Se observa de manera generalizada que todos los grupos aplicaron la metodología TRIZ, y solo los grupo experimentales de pregrado y posgrado de la universidad A aplicaron el QFD en sus prototipos finales. Los grupos de posgrado solamente llegaron hasta el nivel 2 del Premio Tecnos lo cual significa una mejora, desarrollo de un sistema existente, usualmente con algún grado de avance y complicación. Los métodos dentro de la misma industria o relacionada. El grupo experimental posgrado de la universidad A tuvo un 100% de prototipos enfocados al nivel 3 lo cual significa una invención o innovación dentro del paradigma, asunto comercial (trade or matter) (Mejoras fundamentales o esenciales de sistemas existentes utilizando métodos de otros campos).

Aquí finaliza el análisis de datos, a continuación se presenta las conclusiones finales.



## Capítulo 5

### Conclusiones y recomendaciones finales

*“Se lo debemos todo a los grandes avances en el conocimiento a aquellos que se esforzarán en averiguar cuánto hay de nada ...” Clerk Maxwell*

En el presente capítulo se pretende concluir los resultados mediante las pruebas arrojadas en el análisis de datos. Así mismo, se procederá a dar las recomendaciones finales enfocadas en la investigación y potenciales trabajos futuros.

A continuación se presentan las conclusiones de las tres dimensiones definidas, (persona, cultura y producto innovador):

#### *Persona*

La meta principal del presente estudio fue medir si se mejoraron las habilidades de innovación y creatividad en los estudiantes, los test no arrojaron datos contundentes de este cambio, sin embargo, en la evaluación subjetiva de la percepción de los alumnos hacia el curso y el aprendizaje que obtuvieron con el desarrollo de las metodologías TRIZ y QFD se observó que en su mayoría comprendieron las metodologías, las aplicaron y entendieron la finalidad de cada una de ellas. La mejora más grande fue notoria cuando los estudiantes mencionaron que las herramientas abrieron su panorama de opciones, y que aunque muchos de ellos no se consideraban creativos, el curso les ayudó para fomentar el desarrollo de creatividad e innovación. Los estudiantes reportaron conocimiento significativo y mejora de habilidades en su conciencia ambiental y conceptos de diseño.

En relación a los datos socio-demográficos lo más relevantes fue lo siguiente:

- El grupo 1 (control) era el que contaba con la mayor cantidad de alumnos
- Se deduce que los datos socio-demográficos como edad, género, estado civil y lugar de nacimiento no fueron relevantes para crear ambientes creativos en los estudiantes de la muestra.
- La media de edad de todos los grupos fue de 22 años
- El grupo 6 contaba con alumnos de mayor edad que el resto de los grupos, sin embargo era el grupo menos representativo
- La carrera más representativa fue de Ingenieros Industriales y de Sistemas siendo el 100% de ellos en el grupo 1
- La segunda carrera más representativa era de Licenciados en Diseño Industrial en el grupo 3
- La mayoría de los alumnos no conocía las metodologías TRIZ y QFD al comienzo del curso
- Se infiere que la actividad laboral si puede ser influencia en la creación de productos innovadores, debido a que se observó que los estudiantes que estaban trabajando enfocaban más a la acción sus prototipos finales, lo que contribuyó a que fuese un valor agregado para su vida laboral.
- En el grupo 6 todos los alumnos estaban trabajando al momento de realizarse la presente investigación.

En cuanto a la aplicación de la pre y post prueba, se comprobó estadísticamente que:

- Para la prueba de personalidad creativa sobresale que el grupo 1 (control), tuvo diferencias en el tiempo, apuntando a ser mayormente creativos al final del periodo

escolar que el resto de los grupos. Cuando se analizó por carreras, los Ingenieros en Mecatrónica (IMT) obtienen la menor ganancia en la prueba de personalidad creativa

- Para la prueba CREATRIZ en la parte creativa, no se observaron diferencias entre los grupos, sin embargo sobresale que los Ingenieros Mecánicos Electricistas aumentan en la toma de riesgo de la CREATRIZ.
- La prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario, fue tomada como parte cualitativa, se aprecia que la mayor parte de los alumnos encuentran su universidad como creativa, en su mayoría no hubo cambio en percepción a través del tiempo.

### *Cultura*

La segunda dimensión que se abordó fue el aspecto cultural, las conclusiones más relevantes se muestran a continuación:

- El 63% de los alumnos coincidieron en que el uso de las metodologías TRIZ y QFD ayudaron a estructurar ideas identificando problemas para encontrar soluciones rápidamente. Tuvieron un panorama más amplio y una mejor visión en el diseño de productos.
- Contrario a ello, el 36% de los alumnos consideraron que el uso de las metodologías no propician el desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, son cuadradas y no se tuvo el suficiente tiempo para aplicarlas.
- Mientras que para la mayor parte de los alumnos TRIZ y QFD son metodologías sistemáticas que apoyan en la solución de problemas creativos, para una minoría precisamente por ser sistemática, inhibió su capacidad creativa.

- Los alumnos de los grupos 5 y 6 enfocaban las herramientas hacia la aplicación laboral, mientras que la mayoría de los alumnos de los grupos 1, 2, 3 y 4 no tuvieron esa percepción.
- Un 83% de los alumnos percibe que la universidad les permite ser creativos y expresarse libremente, un 16% de ellos mencionó que la universidad bloqueó sus capacidades creativas.
- No hubo diferencias de percepción de la cultura universitaria por parte de los alumnos, la mayoría considera que su universidad es creativa.
- En relación a las entrevistas, los profesores coinciden en que al enseñar las metodologías TRIZ y QFD ofrecen a los estudiantes opciones para el desarrollo de su creatividad y la solución de problemas de inventiva.
- Los profesores perciben que todos los alumnos son potencialmente creativos, por lo que les dan herramientas para que esta creatividad sea desarrollada y convertida en productos innovadores.
- Los tres profesores dan crédito a sus respectivas universidades en el sentido de que apoyan ampliamente el desarrollo de la innovación y la creatividad.
- Dos de los profesores seguían el modelo educativo estandarizado en su universidad, uno de ellos no lo hacía dado que en su universidad no tenía un modelo educativo a seguir, sin embargo, no se encontró diferencia en la forma de desarrollar las clases por parte de los profesores.
- Vale la pena mencionar que prácticamente los grupos experimentales (2, 3, 4, 5 y 6) tuvieron la misma metodología en el desarrollo del programa, es decir, vieron las mismas metodologías, realizaron los mismos ejercicios y la exposición de los prototipos finales

fue de la misma forma para todos. En donde hubo diferencias fue en la forma de evaluar los prototipos finales y las actividades académicas.

- En relación al modelo educativo se aprecia que solo las universidades de los grupos 1, 2, 3 5, y 6 cuentan con un modelo probado por varios años. El grupo 4, por el contrario, no cuenta con modelo educativo.
- Los profesores tuvieron mucha similitud en la impartición de sus cursos y en la forma en que distribuían las actividades entre los alumnos.
- La interacción entre profesores y alumnos fue dinámica en todos los grupos.
- Todos los profesores aplicaban la teoría y práctica en el proceso enseñanza-aprendizaje
- Todos los profesores fomentaron la utilización de tecnologías de información.
- Los profesores fomentaron el desarrollo de habilidades de análisis, síntesis, solución de problemas, toma de decisiones, innovación y creatividad, entre otras.

Al estar consientes de que los sistemas educativos se han dado a la tarea de añadir a sus modelos educativos diversos componentes que sean parte de la formación profesional de alumnos, sobresale la educación por competencias, uso de tecnologías de información, centralización en el estudiante, desarrollo de habilidades de análisis y síntesis, auto aprendizaje, innovación y creatividad, “*Information Literacy*” (desarrollo de habilidades para manejo de información), internacionalización, aplicación de técnicas didácticas, vinculación escuela-empresa-gobierno, desarrollo de emprendedores, orientación teoría-práctica, entre otras. Además se debe tomar en cuenta el ambiente propicio para que los estudiantes desarrollen habilidades de creatividad como la amplitud de respuestas correctas, defensa de ideas, desarrollo de iniciativa del estudiante e independencia de los mismos.

Con base en estos lineamientos se ha propuesto un modelo educativo para estar acordes con los requerimientos de la nueva economía, se aprecia en la figura 7:

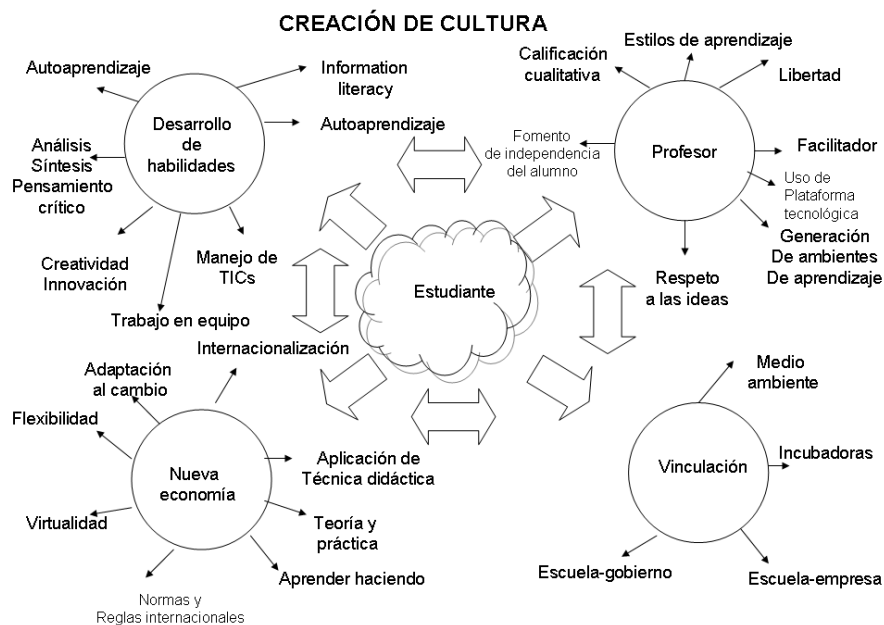


Figura 7. Modelo educativo propuesto

Como se observa, el modelo educativo propuesto promueve las necesidades actuales del mundo. Se visualiza en el centro al alumno, por seguir una educación basada en él.

Seguido del centro aparecen cuatro entidades divididas en: Profesor; vinculación, nueva economía y desarrollo de habilidades. Se tomaron en cuenta estas vertientes dado que se consideró eran las necesarias para formar parte del entorno que nos rodea con la globalización.

La entidad profesor hace referencia a que éste debe fungir como facilitador o guía del proceso enseñanza-aprendizaje, no deja de ser el experto en el tema, sin embargo es responsable de la generación de ambientes de aprendizaje en donde el alumno pueda ser capaz de construir conocimiento, resolver problemas, utilizar capacidades de creatividad e innovación, tener respeto por sus ideas y libertad de opinión, un ambiente que no sea castrante para su desarrollo y que al contrario, genere motivación al alumno.

El establecer relaciones entre educación, investigación, negocios, industria, gobierno y comunidad para lograr subsistir en el ambiente global, es una de las necesidades actuales en la globalización. En la figura 7 la entidad vinculación hace referencia precisamente al enlace que debe tener la escuela con su medio ambiente y el impacto que puede producir en los estudiantes.

La cuarta entidad fue denominada desarrollo de habilidades con el objeto de que los individuos estén lo suficientemente preparados como para enfrentar las demandas sociales, económicas, políticas y culturales a nivel mundial.

Las cuatro entidades deben estar centradas en el alumno y entrelazadas unas con otras como un sistema. Dentro del diagrama se visualiza como un todo el desarrollo de una cultura en donde los estudiantes no solamente vayan a la escuela a adquirir conocimientos, sino a construirlos y traspasarlos, a adquirir práctica junto con la teoría, a saber buscar información, a desarrollar creatividad e innovación y a tener libertad en su educación.

### *Producto*

Por otra parte, en relación a la evaluación del producto innovador, se concluye lo siguiente:

- Se observó que hubo diferencias entre los grupos de pregrado (2, 3 y 4) con los grupos de posgrado (5 y 6) dado el nivel elevado de inventiva que se requería de éstos últimos.
- Los grupos 2, 3 y 4 desarrollaron trabajos iguales en nivel, sin embargo se observó que el grupo 4 tenía como requisito de aprobación de la materia el entregar un prototipo funcionando, lo que obligó al grupo a realizar proyectos tangibles y con miras a la búsqueda de patentes.
- Los grupos 2 y 3, la mayor parte de los equipos no entregaron prototipo final físicamente por falta de tiempo.

- Con respecto a los grupos de posgrado, se observó que el nivel de inventiva fue el mismo en ambos grupos, sin embargo se apreció la diferencia en que el grupo 6 contaba con proyectos extraídos de sus áreas laborales, por lo que eran 100% aplicables a corto plazo.
- Ninguno de los grupos de posgrado entregó prototipos funcionando físicamente debido a la complejidad y nivel de diseño de los mismos.
- Con la evaluación del producto creativo, se infiere que todos los alumnos comprendieron y aplicaron las metodologías TRIZ y QFD elaborando prototipos útiles para la comunidad, el medio ambiente y la empresa.
- El nivel de inventiva de los prototipos finales era el adecuado para los grupos de pregrado y los de posgrado.
- Los profesores tenían amplia experiencia en el tema y sus asesorías fueron valiosas y oportunas para el desarrollo de los prototipos finales.

### *Recomendaciones*

- Dentro del desarrollo de habilidades de innovación y creatividad, es necesario partir de una medición, que en el caso de la presente investigación fue realizada mediante tres pruebas. Se recomienda que se utilicen, dentro de lo posible, pruebas relacionadas con el ambiente latinoamericano para lograr mayor compatibilidad de entornos.
- Se recomienda que para el fomento de innovación y creatividad se tomen en cuenta los diferentes entornos en los que el individuo está inmerso, desde la familia, escuela, medio ambiente y organización. El desarrollo de estas habilidades debe ser visualizado desde una perspectiva multifactorial para que pueda ser más completo.



- En materia de la enseñanza de las metodologías TRIZ y QFD, se sugiere que se establezcan tiempos mayores con el fin de que se dé paso a la comprensión profunda de dichas metodologías por parte de los alumnos, para su mejor aplicación posterior. Una sugerencia sería que el curso pudiese durar dos períodos escolares secuenciales con el fin de garantizar prototipos de mayor calidad y por consecuencia, la búsqueda de patentes.
- Revisiones periódicas del curso con el fin de ajustar las actividades, de esta forma se garantizará que los estudiantes puedan concentrarse en la terminación del producto.
- Se sugiere que se motive a los alumnos a que después del desarrollo del prototipo final se de un seguimiento en incubadoras de empresas, con el fin de que el proyecto pueda ser aplicado en la vida real.
- Es necesario hacer conscientes a los alumnos sobre la realidad de enfrentarse a entornos cambiantes, por lo que la creación de espacios en donde se pueda dar pie a la inventiva requiere de individuos con conductas dinámicas y enfoque al trabajo en equipo. Mendelson (2001) establece que los equipos de alto desempeño y productivos rara vez se desarrollan en un semestre, pero pueden ser motivados para evolucionar rápidamente en equipos de alto rendimiento si se presta la suficiente atención.
- Dar libertad de seleccionar la invención de un producto
- Mostrar el trabajo de los alumnos en exposiciones donde se reconozca su capacidad de inventiva.
- Los profesores necesitan hacer énfasis en el proceso de comunicación, retroalimentación y trabajo en equipo.

- Es tarea del profesor crear un ambiente cómodo de trabajo en compañerismo y con respeto a las ideas. Se sugiere que se motive a hacer críticas constructivas, pensar por sí mismos y hacer juicios.
- Las retroalimentaciones del profesor ser motivadoras, positivas y constructivas.
- Hacer una clase dinámica y divertida haciendo uso de materiales diversos con enfoque a los estilos de aprendizaje. Se requiere que el profesor de pie a la libertad de pensamiento y acción.
- Crear un ambiente en donde los alumnos tengan la visión de ser creativos e innovadores.
- Se requiere invitar conferencistas expertos en innovaciones y propiciar la interacción directa con los alumnos.
- Es necesario que el profesor se centre tanto en el proceso como en el producto.
- Motivar a los alumnos a ser emprendedores enseñando temas relacionados con finanzas y comercialización.
- Salirse del salón de clases. Se sugiere visitas a empresas en donde se incluyan conocimiento sobre patentes, innovaciones y oportunidades para crear.
- Se requiere que la institución educativa adopte cambios estructurales y de pensamiento con el fin de infundir una cultura creativa e innovadora.
- Se recomienda que se creen ambientes de aprendizaje en donde el alumno tenga libre pensamiento y en donde se le infunda el valor de la cooperación y del pensamiento divergente. Además se sugiere que también se consideren calificaciones cualitativas al desempeño del alumno y no solamente numéricas.

- Se sugiere equipar laboratorios con los materiales, recursos y la tecnología adecuada para el diseño de productos y fabricación de prototipos.
- En lo referente al modelo educativo, se recomienda que se sigan las normas o reglas mundiales establecidas para incursionar en sistemas escolares innovadores y desarrolladores de competencias demandadas por el nuevo régimen mundial.
- Se sugiere reprogramar los currículos escolares junto con un cambio congruente en la cultura escolar para que el proceso enseñanza-aprendizaje pueda llegar a ser más dinámico, creativo y productivo.
- En relación a la liga escuela-empresa se sugiere tener a la industria como Socio. Lamacusa, Zayas, Soyster, Morell y Jorgensen (2007) mencionan que la industria debe participar en todas las fases del proceso de educación (diseño curricular, la junta consultiva, patrocinadores de proyectos, la visita a conferencias, profesores experiencias, y apoyo financiero).

### *Trabajos futuros*

Uno de los aspectos que pudieran ser más relevantes en este tipo de estudios, es considerar pruebas de creatividad realizadas en contextos latinoamericanos, para adecuar el entorno que rodea a los miembros del estudio.

Sería interesante seguir el mismo modelo de la presente investigación, integrando universidades públicas en el entorno mexicano, y transportarlo a entornos internacionales con universidades de otros países con el objeto de comparar si hay diferencias entre ellas. Así mismo, es necesario indagar sobre el desarrollo de creatividad e innovación en carreras administrativas o humanísticas.

Es importante que se explote más el aspecto cultural de la innovación y creatividad desde sus diferentes entornos, (familiar, escolar, social y organizacional), para complementarlos unos con otros.

En el área docente, se hace necesario integrar un estudio donde se demuestre la libertad que el profesor ofrece a los alumnos en aspectos relativos a la creatividad, y como fundamentar un ambiente de aprendizaje donde el alumno pueda ser innovador y creativo.

Indagar sobre modelos educativos mundiales con miras a la globalización, y tratar de adecuar currículos a éste. Es necesario que el proceso enseñanza-aprendizaje se “salga de la escuela” con el afán de buscar nuevos modelos que permitan desarrollar el potencial de los alumnos y que comiencen a pensar “fuera de la caja” en cualquier carrera profesional, con el fin de convertirse en emprendedores dentro y fuera de las organizaciones, o en el desarrollo de negocios propios.

Sería interesante articular un proceso en donde el alumno pueda combinar la teoría con la práctica por medio de proyectos externos, para ello sería necesario contar con una oficina de vinculación que promoviera entre la escuela-industria-gobierno y sociedad, modelos emprendedores organizados que fomenten esta actividad, sin dejar de lado aspectos relacionados con la propiedad intelectual de los productos.

## Referencias Bibliográficas

- Aalborg University (2007). About Aalborg University. Consultado en el World Wide Web el 3 de diciembre de 2007 en: <http://en.aau.dk/>
- ABET , (2008). Innovation. Consultado en el Wold Wide Web el 20 de marzo de 2008 en: [http://www.abet.org/Linked%20Documents-PDATE/Presentations/AM07/Kersten.pdf#search="innovation"](http://www.abet.org/Linked%20Documents-PDATE/Presentations/AM07/Kersten.pdf#search=)
- Aboities, J. (2001). Sistema de patentes comparados: el caso de México y Corea. Sistema nacional de innovación tecnológica: Temas para el debate en México (pp 205-212). México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Adame, G. (2000). Las barreras a la creatividad. Consultado en el World Wide Web el 23 de marzo de 2007 en: <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/041001112331.html>
- Aguilera, A., Gómez, M. (2001). Exigencias de la sociedad de la información al sistema educativo. Universidad de Sevilla. Consultado en el World Wide Web el 20 de febrero de 2007 en: <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n17/n17art/art172.htm>
- Alcántara, A. (s/f). Tendencias mundiales en la educación superior: El papel de los organismos multilaterales. CEIICH-UNAM. <http://www.unam.mx/ceiich/educacion/alcantara.htm>
- Alemán, A. y Córdova, E. (2006) TRIZ en los procesos de innovación en el servicio al cliente. Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Memorias. TRIZ: Un nuevo enfoque para la innovación sistémica.
- Amabile, T. (1997). Motivating creativity in organizations: On doing what you love and loving what you do. [Versión electrónica]. California Management Review. 40 (1). Pg 39, 20 pgs.

- Almada, M. (2000). Sociedad multicultural de información y educación. Papel de los dispositivos electrónicos de información y su organización. Consultado en el World Wide Web el 24 de julio de 2006 en: <http://www.rieoei.org/rie24a05.htm>
- Althousser, L. (1998) *Para Leer el Capital*. México: Siglo XXI.
- Andrade, E. (1996). Ambientes de Aprendizaje para la Educación en Tecnología. Educación en Tecnología. Revista de la Maestría en Pedagogía de la Tecnología. No1, 1996. También como ponencia en el Primer Congreso Latinoamericano y Primero Colombiano de Educación en Tecnología, EdenTEC '96, Bogotá.
- Annarella, L. (1999). Encouraging creativity and Imagination in the Classroom. [Versión electrónica] Eric Database. 120 pgs.
- Anónimo (2006). The global Race for Knowledge. [Versión electrónica]. The Wilson Quarterly. 30, (4) 29, 2 pgs.
- Anónimo (2006). Where does TRIZ fit with quality methods? [Versión electrónica] Quality Progress. 39 (1), pg. 46, 2 pgs.
- Area, M. (2004). Nuevas tecnologías, educación a distancia y la mercantilización de la formación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*.. Consultado en el World Wide Web el 23 de Noviembre de 2005 en: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/578Area.PDF>
- Asociación Latinoamericana de QFD (2007). ¿Qué es el QFD?. Consultado en el World Wide Web el 23 de julio de 2007 en: [http://www.qfdlat.com/Que\\_es\\_el\\_QFD/\\_que\\_es\\_el\\_qfd\\_.html](http://www.qfdlat.com/Que_es_el_QFD/_que_es_el_qfd_.html)

Asociación Mexicana de Incubadoras y Redes Empresariales” (AMIRE). Objetivos. Consultado en el World Wide Web el 3 de diciembre de 2007 en: <http://www.amire.org/>

Ávila, H.L., (2006) *Introducción a la metodología de la investigación* Edición electrónica.

Consultado en el World Wide Web el 18 de abril de 2007 en:

[www.eumed.net/libros/2006c/203/](http://www.eumed.net/libros/2006c/203/)

Azagra, J. (2004). La contribución de las universidades a la innovación: efectos del fomento de la universidad-empresa y las patentes universitarias. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.

Google scholar

Barry, D.; Kanematsu, H. (2008). International program promotes creative thinking in science.

[Versión electrónica]. Eric Database.

Bernold, L.; Spurlin, J. y Anson, C. (2007). Understanding Our Students: A Longitudinal-Study of Success and Failure in Engineering With Implications for Increased Retention. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Iss 3. Vol. 96, pg. 263, 12 pgs.

Berumen, M. (2003). Efectos de la Globalización en la Educación Superior en México.

Consultado en el World Wide Web el 24 de marzo de 2007 en:

<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/mebb-educa.htm>

Boden, M. (1994). *Dimensions of creativity*. eBook. Cambridge, Mass. MIT Press.

Booth, V. (1996). The creativity test. [Versión electrónica] Wilson Database.

Boisier, S. (2001). Sociedad del conocimiento, conocimiento social y gestión territorial.

Pontificia Universidad católica de Chile. Revista Internacional de Desarrollo Local.

Vol. 2, N. 3. Consultado en el World Wide Web el 15 de Marzo de 2007 en:

[http://www.desenvolvimentolocal.ucdb.br/RevistaInteracoes/n3\\_sergio\\_boisier.pdf](http://www.desenvolvimentolocal.ucdb.br/RevistaInteracoes/n3_sergio_boisier.pdf)

- Bolívar, C. (2002). Más allá de la información: El desarrollo de competencias. Consultado del World Wide Web el 20 de marzo de 2006.  
<http://www.gestiopolis.com/canales/derrhh/articulos/65/cb/formcomp.pdf>
- Bransford, J. (2007). **Preparing People for Rapidly Changing Environments**. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Vol. 96, Iss. 1; pg. 1, 3 pgs
- Brown, T.; Ulijin, J.M. (2004). Innovation, Entrepreneurship and Culture : The Interaction between Technology, Progress and Economic Growth (eBook). Northampton, Mass., USA Edward Elgar Publishing, Inc.
- Brusoni, S., Marsili, O., Salter, A. (2005). The role of codified sources of knowledge in innovation: Empirical evidence from Dutch manufacturing. [Versión electrónica]. Journal of evolutionary Economics. 15 (2), p. 211
- Burbules, N. & Callister, T. (2000). Watch it. *The Risks and Promises of Information Technologies for Education*. Ed. Westview (pp. 1-39)
- Burbles, N y C Torres ( 2000). *Globalization and Education Critical Perspectives*. Gran Bretaña, Routledge
- Burkat, S. (2001). Anticipating occupational and qualificational developments: recommendations and conclusions based on a review of recent European Union. [Versión electrónica] Eric database
- Cabrero, J. y Richard, M. (2003). Diseño investigación III. Consultado en el World Wide Web el 23 de abril de 2007 en:  
[http://perso.wanadoo.es/aniorte\\_nic/apunt\\_metod\\_investigac4\\_6.htm](http://perso.wanadoo.es/aniorte_nic/apunt_metod_investigac4_6.htm)
- Calvo de Mora, J. (2002). Tendencias en el estudio de la enseñanza. Consultado en el World Wide Web el 23 de julio de 2006 en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/274Calvo.PDF>



- Camacho, M. (2003). Innovación: Factor clave en la tecnología y el éxito empresarial. Universidad “Ezequiel Zamora”, Venezuela. Consultado en el World Wide Web el 13 de septiembre de 2006 en: <http://scholar.google.com.mx/>
- Cauchick, P. (2005). Evidence of QFD best practices for product development: a multiple case study. [Versión electrónica]. The International Journal of Quality & Reliability management. 22 (1), pg. 72
- Cameron, S. (2000). Technology in the creative classroom. [Versión electrónica]. Eric database.
- Cantón, I. (2007). Nueva organización escolar en la sociedad del conocimiento. Universidad de León. Revista Iberoamericana de Educación. Consultado en el World Wide Web el 24 de febrero de 2007 en: <http://dewey.uab.es/pmarques/dioe/canton.pdf>
- Cardona, G. (s/f). Tendencias educativas para el siglo XXI, educación virtual, online y @learning elementos para la discusión. [Versión electrónica] Eric Database
- Carrillo, F. (2005). Sistemas de Valor Basados en Conocimiento: Un enfoque de la Gestión del Conocimiento. Centro de Sistemas de Conocimiento, Tecnológico de Monterrey. Consultado en el World Wide Web el 25 de febrero de 2007 en: [www.sistemasdeconocimiento.org](http://www.sistemasdeconocimiento.org)
- Carrillo, F. (2002). Capital Systems: Implications for a Global Knowledge Agenda. [Versión electrónica], *Journal of Knowledge Management*, 6 (4).
- Carnegie Mellon University (2007). Innovation and creativity. Consultado en el World Wide Web el 3 de diciembre de 2007 en: <http://www.cmu.edu/index.shtml>
- Carter, P. (2005). *The complete book of intelligence tests*. 1st edition. Wiley and Sons, England.

Casas, M. (2005). Nueva universidad ante la sociedad del conocimiento. Revista universidad y sociedad del conocimiento. Vol. 2 N. 2. Consultado en el World Wide Web el 15 de marzo de 2007 en: <http://www.uoc.edu/rusc/2/2/dt/esp/casas.pdf>

Castellanos, A (s/f). Hacia un modelo educativo innovador. Universidad de Guadalajara.

Castells, M (2003) El poder de la identidad. Consultado del World Wide Web el 26 de febrero de 2004, de <http://www.globalizacion.org/opinion/index.html>

Castells, M. (2002). La dimensión cultural de Internet. Consultado en el World Wide Web el 25 de febrero de 2007 en:

<http://www.uoc.edu/culturaxxi/esp/articles/castells0502/castells0502.html>

Castells, M. (2001). 'La divisoria digital: Una perspectiva global'. La Galaxia Internet (pp. 275-303). Madrid: Areté.

Castilla-La Mancha (2006). CLM Innovación. Consultado en el World Wide Web el 20 de septiembre de 2006 en: <http://www.clminnovacion.com/documentacion/default.htm>

Center for creative learning Inc. (2002). Instrumentos de medición de creatividad. Consultado en el World Wide Web el 20 de marzo de 2007 en:

<http://www.creativelearning.com/Assess/>

Centro de Enlace del Sur de Europa (2002). Definición de innovación. Consultado en el World Wide Web el 9 de marzo de 2007 en:

<http://www.ceseand.cica.es/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=2&page=8>

Cebrián, L. y Rando, G. (s/f). El papel de los profesionales de la formación ante las nuevas tecnologías de la comunicación y la información. Consultado del World Wide Web el 5 de abril de 2006 en: [http://www.te.ipn.mx/webTE3/te\\_ipn/biblio\\_TE/form\\_doc.htm](http://www.te.ipn.mx/webTE3/te_ipn/biblio_TE/form_doc.htm)

- Chan, M (1999) Educación a distancia y competencias educativas. Revista de Educación y Cultura de la Sección 47 del SNTE. Consultado en el World Wide Web el 2 de marzo de 2007 en: <http://www.latarea.com.mx/articu/articu11/mechan11.htm>
- Chaur, J. (2004). Diseño conceptual de productos asistido por un ordenador: Un estudio sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Proyectos de Ingeniería.
- Cisneros, I., García, C., Lozano, I. (2007). ¿Sociedad de la información-sociedad del conocimiento? La educación como mediadora. Consultado en el World Wide Web el 23 de febrero de 2007 en: <http://tecnologiaedu.us.es/edutec/paginas/43.html>
- Computer Systems Odessa corp. (2006). Concept Draw. Consultado en el World Wide Web el 3 de septiembre de 2006 en: <http://www.conceptdraw.com/en/products/mindmap/main.php>
- Constasi, M (1999). Validez y Confiabilidad. Consultado del World Wide Web el 11 de Julio de 2007 en: <http://www.geocities.com/CollegePark/Field/5086/perfil20.htm>
- Corona, L. (1999). Retos y perspectivas tecnológicas para América Latina: aprendizajes desde la historia de México. En Seminario Internacional Tecnología- Industria- Territorio. Innovación, universidad e industria en el desarrollo regional. México:IPN. Plaza y Valdés.
- Corona y Hernández (2002). *Innovación, universidad e industria en el desarrollo regional*. Primera Edición. Editorial Plaza y Valdés.
- Creativity Self-Assessment Page. CREAX. Consultado en el World Wide Web el 6 de septiembre de 2006 en: <http://www.creax.com/csa/>
- Cropley, A. (2000). Defining and measuring creativity: Are creativity tst worth using? [Versión electrónica] Roeper Review. 23 (2), Pg. 72, 8 pgs.

CRU Creative. NovaMind. Consultado en el World Wide Web el 2 de septiembre de 2006 en:

<http://www.nova-mind.com/Downloads/>

Csikszentmihalyi, M. (1998). Creatividad. El flujo y la psicología del descubrimiento y la inversión. Editorial Paidós. Barcelona.

D' Angelo, O. (2004) Proyecto de investigación 2001-2004. Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociológicas-CIPS, La Habana, Cuba. Consultado en el World Wide Web el 27 de marzo de 2007 en : <http://168.96.200.17/ar/libros/cuba/ovidio.rtf>

David, P. y Foray, D. (2002). La sociedad del conocimiento. Revista Internacional de Ciencias Sociales. Consultado en el World Wide Web el 23 de febrero de 2007 en:  
<http://www.unesco.org/issj/rics171/fulltext171spa.pdf>

Davila, T., Epstein, M. y Shelton, R. (2006). *Making Innovation Work: How to manage It, Measure It, and Profit from It*. Netlibrary. Pearson Education, Inc.

Davies, D. (1998). The virtual university: a learning university. [Versión electrónica] Journal of Workplace Learning. 10 (4), pg. 175

De Bono, E. (1970). *Lateral Thinking. Creativity step by step*. Harper perennial. Harper and Row, publisher.

Dew, J. (2006). A creative Breeze for quality professionals. [Versión electrónica] Quality Progress. 39 (1), pag. 44, 7 pgs.

Diccionario de economía (2007). Definición y ámbito de la Innovación. Consultado en el World Wide Web el 13 de marzo de 2007 en:  
<http://www.zonaeconomica.com/definicion/innovacion>

Durkheim, E. (1974). *Educación y Sociología*. Buenos Aires: Schapire.

Dym, C.; Agogino, A.; Eris, O.; Frey, D.; Leifer, L. (2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Vol. 94, Iss. 1; pg. 103, 18 pgs

Embajada de la República Popular China en la República Boliviana de Venezuela (2007). Educación en China. Consultado en el World Wide Web el 23 de marzo de 2007 en: <http://ve.chineseembassy.org/esp/jylx/qian441/t213025.htm>

Esquivas, M.; González, A. (2004). Habilidades del pensamiento: solución de problemas y la creatividad en la educación básica en México. Revista de Investigación educativa. 3 (11).

Esteve, J. (2003). *La tercera revolución educativa*. Editorial Paidós. Primera edición.

Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (1997). *Universities and the global knowledge economy*. Continuum. Primera edición.

Etxebarria, B.; Sánchez, F.; Cilleruelo, E. (2005). Metodología para interiorización del concepto creatividad en empresas industriales: nuevas formas de fomento de la innovación. Consultado en el World Wide Web el 23 de marzo de 2007 en: <http://io.us.es/cio2005/items/ponencias/61.pdf>

Eysenck, M. (1994). The measurement of creativity. Dimensions of creativity (pp.199-236). Cambridge Mass: MIT Press.

Fernández, M. (2003). La cooperación Universidad-Empresa como recurso educativo. Universidad del País Vasco. Consultado en el World Wide Web el 15 de marzo de 2007 en: <http://www.rieoei.org/experiencias45.htm>

Flores, G.; Torres, S. y Córdova, E. (2006). Diseño funcional de un aparato para el desarrollo de la elasticidad (FXL). Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Memorias. TRIZ: Un nuevo enfoque para la innovación sistémica.

Florida, R. y Tinagli, I. (2004). Europe in the creative age. Consultado en el World Wide Web el 21 de septiembre de 2006 en: <http://www.creativeclass.org/>

Florida, R. (2002). *The rise of the creative class*. Basic books.

Florida, R. (2001). The economic geography of talent. *Heinz School of Public and Management*, Carnegie Mellon University.

Foro Económico Mundial (2007). Reporte Latinoamericano de Competitividad. Consultado en el World Wide Web el 3 de noviembre de 2007 en:

<http://www.revistainterforum.com/espanol/articulos/122301artprin.html>

Frascati OCDE, (1992). Manual de Frascati. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. FECYT. Consultado en el World Wide Web el 13 de marzo de 2007 en: [http://www.pdt.gub.uy/files/10%20-%20Manual\\_de\\_Frascati\\_2002.pdf](http://www.pdt.gub.uy/files/10%20-%20Manual_de_Frascati_2002.pdf)

Gallart, M. (1997). Los cambios en la relación escuela-mundo laboral. N 15 pp 159-174.

Consultado en el World Wide Web el 2 de abril de 2006 en:

<http://www.rieoei.org/oeivirt/rie15a07.htm>

Galeano, A. (2006) Cambio, creatividad e innovación en la gestión de los centros de formación.

Organización de Estados Iberoamericanos. Cuaderno de trabajo número 6. Educación técnico profesional. Dirección de centros de formación y educación para el trabajo (parte I).

Consultado en el World Wide Web el 9 de marzo de 2006 en: <http://www.campus-oei.org/oeivirt/fp/cuad06a02.htm>

Galindo, O. (2006). Estudios encaminados a medir la creatividad orientada al desarrollo económico en organizaciones y ciudades de México. Tesis. ITESM, Campus Monterrey.

- García, J. (2002). *Creatividad: La ingeniería del pensamiento*. Segunda edición. México D.F. Editorial Trillas.
- Gardner, H. (1999). *Mentes creativas: Una anatomía de la creatividad* (1ª ed.). Barcelona. Paidós.
- Gardner, H. (1998). *Mentes Creativas: una anatomía de la creatividad* (1ª edición). Editorial Paidós Ibérica. Barcelona
- Gardner, H. (1994). *The Creators' patterns. Dimensions of creativity*. Cambridge, Mass. MIT Press.
- Galeano, A. (2006) Cambio, creatividad e innovación en la gestión de los centros de formación. Organización de Estados Iberoamericanos. Cuaderno de trabajo número 6. Educación técnico profesional. Dirección de centros de formación y educación para el trabajo (parte I). Consultado en el World Wide Web el 9 de marzo de 2006 en: <http://www.campus-oei.org/oeivirt/fp/cuad06a02.htm>
- Gardner, H. (1994). *The Creators' patterns. Dimensions of creativity*. Cambridge, Mass. MIT Press.
- Genatios, C.; y Lafuente, M. (2002). Las barreras para la innovación y el desarrollo económico de Venezuela. Biblioteca electrónica de Caracas. Consultado en el World Wide Web el 26 de marzo de 2007 en: [http://www.analitica.com/Bitblbio/carlos\\_genatios/barreras.asp](http://www.analitica.com/Bitblbio/carlos_genatios/barreras.asp)
- GEPSEA, Grupo de Estudios Prospectivos Sociedad Economía y Ambiente (2007). La sociedad del conocimiento. Consultado en el World Wide Web el 23 de febrero de 2007 en: <http://personales.com/venezuela/merida/gepsea/sc.htm>
- Gerst, R. (2004). QFD in large-scale social system redesign. [Versión electrónica]. The International Journal of Quality & Reliability Management. 21 (9), pg. 959

Ginn, D. y Zairi, M. (2005). Best practice QFD application: an internal/external benchmarking approach based on Ford Motors' experience. [Versión electrónica]. The International Journal of Quality & Reliability Management. 22, (1), pg. 38

Gomila, V. (2006). TRIZ una necesidad para los innovadores. Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Memorias. TRIZ: Un nuevo enfoque para la innovación sistémica.

González, M. (2001). Historia de la educación. Consultado del World Wide Web el 28 de marzo de 2006 en:

[http://www.universidadabierta.edu.mx/SerEst/Apuntes/GonzalezMaribel\\_HistoriaEducacion.htm](http://www.universidadabierta.edu.mx/SerEst/Apuntes/GonzalezMaribel_HistoriaEducacion.htm)

Gutiérrez, O. (2003). Enfoques y modelos educativos centrados en el aprendizaje. Consultado en el World Wide Web el 18 de febrero de 2008 en:

[http://intranet.uaeh.edu.mx/evaluacion/documentos/eval\\_aprendizajes.pdf](http://intranet.uaeh.edu.mx/evaluacion/documentos/eval_aprendizajes.pdf)

Gvirtz, S y Patrucci, G. (2004). Influencia de las definiciones técnicas en la conformación de las políticas educativas. La operacionalización de la política. Las herramientas técnicas como dispositivos de poder. Consultado en el World Wide Web el 23 de enero de 2004.

<http://www.udesa.edu.ar/>

Hargreaves, A. (2003). *Profesorado, cultura y postmodernidad*. Editorial Morata. Cuarta edición.

Harris, K.; Rozwell, C.; Flint, D.; Halpern, M.; Harris, R. (2006). *Managing Innovation: A primer*. [Versión electrónica] Gartner.



- Hayek, F. (1992). The use of knowledge in society. [Versión electrónica] American Economic Review. 4 (519). Consultado en el World Wide Web el 23 de febrero de 2007 en: <http://www.econlib.org/library/Essays/hykKnw1.html>
- Hepp, P.; Hinojosa, S.; Laval, E.; y Rebién, L.; (2004). Technology in schools: Education, ICT and the knowledge society. [Versión electrónica] Eric Database.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C., Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta edición. McGraw Hill. México.
- Hin Tan, L.; Subramaniam, r. (2002). **Science and the student entrepreneur**. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Vol. 298, Iss. 5598; pg. 1556, 1 pgs
- Hipple, J. (2005). Use TRIZ to plan, Forecast and Think Strategically. [Versión electrónica]. ProQuest 101 (6) pg. 48, 4 pgs.
- Holyoak, K. y Thagard, P. (1995). *Mental Leaps: Analogy in Creative Thought*. eBook. Cambridge, Mass. MIT Press.
- Honing, A. (2000). Promoting creativity in young children. [Versión electrónica]. Eric database
- Huidobro, T. (2002). Una definición de creatividad a través del estudio de 24 autores seleccionados. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Consultado en el World Wide Web el 8 de marzo de 2007 en: <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/psi/ucm-t25705.pdf>
- Ideation International, Inc. (2006). DE, Directed Evolution. Consultado en el World Wide Web el 17 de diciembre de 2007 en: <http://www.ideationtriz.com/DE.asp>

Instituto Mexicano de Propiedad Industrial, IMPI, (2007). Indicadores. Consultado en el World

Wide Web el 4 de diciembre de 2007 en: <http://www.impi.gob.mx/>

Illich, I. (1970). *Deschooling society*. Marion Boyars. Primera edición.

Ihsen, S. y Brandt, D. (1998). Creativity: How to educate and train innovative engineers.

[Versión electrónica] European Journal of Engineering Education. 23 (1) pg. 3, 2 pgs.

López, A. (2000). ¿Son un peligro las NTIC? Problemas socioeconómicos, políticos, culturales y

éticos. Consultado en el World Wide Web el 25 de enero de 2006 en: <http://www.contexto-educativo.com.ar/2001/5/nota-10.htm>

Inspiration software, inc. (2006). Inspiration. Consultado en el World Wide Web el 2 de

septiembre de 2006 en: <http://www.inspiration.com/>

Instituto Internacional para la educación Superior en América Latina y el Caribe, IESALC

(2007). UNESCO. Foro sobre educación superior. Consultado en el World Wide Web el 23 de marzo de 2007 en: <http://www.iesalc.unesco.org.ve/>

Instituto Politécnico Nacional, (2006). El proyecto de ambientes virtuales de aprendizaje.

Consultado en el World Wide Web el 12 de abril de 2006 en:

<http://www.te.ipn.mx/ambientesVirtuales/implantacion/proyecto.htm>

Instituto Politécnico Nacional (2006). Centro de Incubación de Empresas de Base tecnológica.

Consultado en el World Wide Web el 20 de septiembre de 2006 en:

<http://www.ciebt.ipn.mx/CIEBT--IPN-.swf>

Instituto Internacional para la educación Superior en América Latina y el Caribe, IESALC

(2007). UNESCO. Foro sobre educación superior. Consultado en el World Wide Web el 23 de marzo de 2007 en: <http://www.iesalc.unesco.org.ve/>

Jaramillo, L. (2001). Ciencia, tecnología y globalización en Iberoamérica. Síntesis y reflexiones.

Organización de los Estados Iberoamericanos. Para la educación, la ciencia y la cultura.

Consultado del World Wide Web el 6 de junio de 2006 en:

<http://www.oei.es/salactsi/jaramillo.htm>

Jiang, J., Shio, M., Hsiung, M. (2007). QFD's Evolution in Japan and the West. [Versión electrónica]. Quality Progress. 40 (7), 30, 8 pgs.

Katehi, L.; Ross, M. (2007). Technology and Culture: Exploring the Creative Instinct through Cultural Interpretations. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Vol. 96, Iss. 2; pg. 89, 2 pgs

Kelmansky, D. (s/f). Test de hipótesis para la media de una población normal con varianza conocida. Consultado del World Wide Web el 3 de marzo de 2008 en:

[http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica\\_Q/2005/2/transparencias/C01Test.pdf](http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2005/2/transparencias/C01Test.pdf)

Kim, K.; Cramond, B. y Bandalos, D. (2006). The latent structure and measurement invariante of scores on the Torrance Test of Creative Thinking Figural. [Versión electrónica] Education and psychological measurement, 66 (3), 459-447

Kumar, N. (2005). Assessing the learning culture and performance of educational institutions. ProQuest Education Journals. (44), 9.

Lamancusa, J.; Zayas, J.; Soyster, A.; Morell, L. (2008). The Learning Factory: Industry-Partnered Active Learning. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Vol. 97, Iss. 1; pg. 5, 7 pgs

Leon, N. (2003). Putting TRIZ into product design. [Versión electrónica]. Design Management Journal. 14 (2) pg. 58

León, N., Heredia, Y. y Lozano, L. (2006). The use of creative Tools for the professional formation of the engineers in relation to the development of a creative culture. *Enhancing*

- Innovation and Creativity through Active Learning*. Proceedings of sixth international workshop of active learning in engineering education 2006. Tecnológico de Monterrey.
- Lord, M., De Bethizy, D., Wager, J. (2005). *Innovation that fits: Moving beyond the fads to choose the right innovation strategy for your business*. eBook. London Pearson Education, Inc.
- Lorie, A. (1999). Encouraging creativity and imagination in the classroom. [Versión electrónica] Eric database 10 (120)
- Luengo, E. (2003). Tendencias de la educación superior en México: una lectura desde la perspectiva de la complejidad. Consultado en el World Wide Web el 23 de Marzo de 2007 en:  
[http://www.anuies.mx/e\\_proyectos/pdf/04\\_Las\\_reformas\\_en\\_la\\_Educacion\\_Superior\\_en\\_Mexico.pdf](http://www.anuies.mx/e_proyectos/pdf/04_Las_reformas_en_la_Educacion_Superior_en_Mexico.pdf)
- Majó, J., Marqués, P. (2001). La revolución educativa en la era de Internet. Consultado en el World Wide Web en: <http://dewey.uab.es/pmarques/libros/revoledu.htm>
- Malagon, L. (1999). Educación, trabajo y globalización: una perspectiva desde la universidad. Consultado en el World Wide Web el 24 de julio de 2006 en:  
<http://www.rieoei.org/deloslectores/626Malagon.PDF>
- Malian, I. y Nevin, A. (2005). A framework for understanding assessment of innovation in teacher education. [Versión electrónica]. *Teacher education quarterly*. 32(3), pg. 7, 11 pgs.
- Mann, D. (2002). Manufacturing technology evolution trends. [Versión electrónica] *Integrated Manufacturing Systems*. 13 (2) pg. 86, 5 pgs.
- Martínez, A. (2001). Un modelo de procesos clave de administración del conocimiento. *Transferencia*, año 14, número 53, enero, pp.28-29

- Mathinsen, E.; Einarsen, S. (2004). A review of Instruments Assessing Creative and Innovative Environments within Organizations. [Versión electrónica]. Creativity Research Journal. 16, (1), 119-140
- McCain, J. (s/f). La educación superior en el contexto de los organismos internacionales y la sociedad del conocimiento. Consultado en el Wolrd Wide Web el 1 de abril de 2006 en: <http://www.unidad094.upn.mx/revista/44/mckein.htm>
- Mayorga, R. (1999). Los desafíos a la universidad latinoamericana en el siglo XXI. Revista Iberoamericana de educación. Consultado en el World Wide Web el 2 de junio 2006 en: <http://www.campus-oei.org/revista/rie21a02.htm>
- Mendelson, M. (2001). Entrepreneurship in a graduate engineering program. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Vol. 90, Iss. 4; pg. 601, 8 pgs
- Mendoza, V. y Córdova, E. (2006). Innovación estratégica. Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Memorias. TRIZ: Un nuevo enfoque para la innovación sistémica.
- Merts, M. (1998). Some thoughts on music education in a global culture. [Versión electrónica]. International Journal of Music Education, 32 (1).
- McCain, J. (s/f). La educación superior en el contexto de los organismos internacionales y la sociedad del conocimiento. Consultado en el Wolrd Wide Web el 1 de abril de 2006 en: <http://www.unidad094.upn.mx/revista/44/mckein.htm>
- McIntyre, F., Hite, R., Kay, M., (2003). Individual characteristics and creativity in the marketing classroom: Exploratory insights. [Version Electrónica]. Journal of Marketing Education. V. 25 (2), pg.143.
- Milchalko, M. (1991). *A handbook of bussines Creativity dor the 90's*. Primera Edición. Berkeley, California. Ten Speed Press. 117-125

- Molina, M. (2005). Creatividad reflejada en el producto y su relación con la creatividad del diseñador. Tesis de para obtener le grado de Maestría en Ciencias con Especialidad en Manufactura; División de Ingeniería y Arquitectura del Programa de Graduados en Ingeniería, del Tecnológico de Monterrey.
- Monterrey, ciudad del conocimiento (2007). Acerca del programa Monterrey Ciudad Internacional del Conocimiento. Consultado en el World Wide Web el 4 de diciembre de 2007 en: <http://www.mtycic.nl.gob.mx/index.html>
- Montuschi, L. (2007). Datos, información y conocimiento. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento. Consultado en el World Wide Web el 25 de enero de 2006 en: <http://www.agenda.gov.co/documents/files/Datos,Informaci%C3%B3nYConocimiento,DeLaSocInfoALaSocDelConoc.pdf>
- Mora, J., García, A. y Villa, L. (s/f). Cómo recompensa el mercado laboral europeo las competencias de los jóvenes graduados universitarios. Universidad Politécnica de Valencia, España. Consultado del World Wide Web el 3 de septiembre de 2006 en Google Scholar: [http://64.233.179.104/scholar?hl=es&lr=&q=cache:t55595rXt\\_AJ:www.ceges.upv.es/ceges/docs/publicaciones/como\\_se\\_premian\\_competencias.pdf+C%C3%B3mo+recompensa+el+mercado+laboral+europeo+las+competencias+de+los+j%C3%B3venes+graduados+universitarios](http://64.233.179.104/scholar?hl=es&lr=&q=cache:t55595rXt_AJ:www.ceges.upv.es/ceges/docs/publicaciones/como_se_premian_competencias.pdf+C%C3%B3mo+recompensa+el+mercado+laboral+europeo+las+competencias+de+los+j%C3%B3venes+graduados+universitarios)
- Morcillo, P. y Alcahud, M. (2005). Creatividad que estás en los cielos... Revista de Investigación en Gestión e Innovación Tecnológica. Consultado en el World Wide Web el 20 de marzo de 2007 en: <http://www.madrimasd.org/revista/revista30/tribuna/tribuna1.asp>
- Moreno, M. (2005). Learning to teach in the knowledge society. World Banck. Consultado en el World Wide Web el 1de septiembre de 2006 en: <http://www.bancomundial.org/>

- Mujis, D. y Harris, A. (2007). Teacher leadership in action. Three case studies of contrasting schools. [Versión electrónica]. Educational Management Administration & Leadership. SAGE publications 35 (1).
- Mungaray, A. (2001). La educación superior y el mercado de trabajo profesional. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 3 (1). Consultado el 12 de abril de 2006 en: <http://redie.uabc.mx/vol3no1/contenido-mungaray.html>
- Mungaray-Lagrada, A. (2002). Re-engineering Mexican higher education toward economic development and quality. The XXI century challenge. [Versión electrónica]. Higher education Policy. Vol. 15, Iss. 4; pg. 391
- Nashee, B. (2006). Forces of change: The emergente of a knowledge society and new generations of learners. [Versión electrónica], *Idea group publishing*.
- Navin, F. (1994). Engineerig creativity-document ingenium. [Versión electrónica] Canadian Journal of civil engineering. 21 p 499-511
- OECD (2004) Innovation in the Knowledge Economy. Implications for education and learning. OECD publication service.
- Ohland, M., Anderson, T. (2002). SUCCEED year 10 anual report. Florida University . [Versión electrónica] Eric Education Database
- Palafox, G. (2002). La creatividad y la innovación en la empresa. Consultado en el World Wide Web el 23 de marzo de 2007 en: <http://biblioteca.usmp.edu.pe/wcircu/nuevoboletin/pdfOctubre/ADMINISTRACION01.PDF>
- Pritchard, R. (2006). Trends in the restructuring of german universities. [Versión electrónica]. *Comparative Education Review*. 50 (1); pg 90, 24 pgs.

- Penagos, J. (2001). Creatividad, capital humano para el desarrollo social. Consultado en el World Wide Web el 14 de marzo de 2007 en:  
<http://homepage.mac.com/penagoscorzo/penagos2001a.pdf>
- Pérez, C. (2003). Formación de docentes para la construcción de saberes sociales. Consultado en el World Wide Web el 23 de julio de 2006 en: <http://www.rieoei.org/rie33a02.htm>
- Phelan, S. (2001). Developing creative competence at work: The reciprocal effects of creative thinking, self-efficacy and organizational culture on creative performance. [Versión electrónica] California School of Professional Psychology - Los Angeles, 185 pgs
- Picardo, O. (2005). Pedagogía Informacional: Enseñar a aprender en la Sociedad del Conocimiento. Revista Iberoamericana de Educación. Consultado en el World Wide Web el 21 de febrero de 2007 en: <http://www.rieoei.org/presentar.php>
- Piñón, F. (2004). Ciencia y tecnología en América Latina: una posibilidad para el desarrollo. Organización de los estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Volumen II. Consultado en el World Wide Web el 24 de julio de 2006 en:  
<http://www.campus-oei.org/oeivirt/temasvol2.pdf>
- Posada, R. (2004). Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. Consultado en el World Wide Web el 15 de marzo de 2007 en:  
<http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>
- Postman, N (1992) Tecópolis La rendición de la cultura a la tecnología. Galaxia Gutenberg  
Círculo de Lectores
- Premio Tecnos (2007). Internacional Competitiveness in Technological Development. Secretaría de Desarrollo Económico. Government of Nuevo León, México. Consultado en el World Wide Web el 20 de junio de 2007 en: <http://www.tecnos.org/>



Premio Tecnos (2006). Guía del participante. Consultado en el World Wide Web el 26 de junio de 2007 en: <http://www.tecnos.org/guia.pdf>

Ramis, A. (1992). Definición de educación. Consultado en el World Wide Web el 8 de septiembree de 2006 en: <http://www.mallorcaweb.net/arc98/Educacion/conceptos.html>

Ramírez, M. (2004). Meaningful theory of creativity design as knowledgw implications for engineering design. IEEE frontiers on education conference, p. 594-597.

Reimers F. y McGinn N. (2000). Diálogo informado. El uso de la información para conformar la política educativa. México: Editorial cee.

Revista Iberoamericana de Educación (1994). Descentralización Educativa. Ley General de Educación. Consultado en el World Wide Web el 18 de septiembre de 2006 en: <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie04a06.htm>

Reyes, O. (1999). Globalización y educación. Razón y palabra. Revista electrónica en América Latina. Consultado en el World Wide Web el 24 de febrero de 2007 en: <http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/anteriores/n14/globedu14.html>

Rodríguez, E. (2005). Educación y educadores en el contexto de la globalización. Consultado en el World Wide Web el 23 de julio de 2006 en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/910Rodriguez.PDF>

Rogers, M. (1998). The definition and measurement of innovation. Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research. The University of Melbpurne, 10/98. Consultado en el World Wide Web el 1 de septiembre de 2006 en: <http://scholar.google.com.mx/>

Rojas, A. y Ramos, E.(1996). Globalización de la economía y expansión de las fronteras de las microempresas: el papel de la información en red a través de bibliotecas virtuales.

Consultado en el World Wide Web el 24 de julio de 2006 en:

<http://www.ifla.org/IV/ifla62/62-bara.htm>

Rogers, M. (1998). The definition and measurement of innovation. Melbourne Institute of Applied

Economic and Social Research. The University of Melbourne, 10/98. Consultado en el World Wide

Web el 1 de septiembre de 2006 en: <http://scholar.google.com.mx/>

Romero, A. (2000). Globalización y economía internacional. Un análisis desde la perspectiva del

desarrollo. Consultado en el World Wide Web el 26 de julio de 2006 en:

[http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/romero1\\_300902.htm](http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/romero1_300902.htm)

Ryu, F. (2006). Mathgamehouse. Istorm. Consultado en el World Wide Web el 2 de septiembre

de 2006 en: <http://www.mathgamehouse.com/istorm/>

Samper, E. (2004). Globalización, ciencia y tecnología. Organización de los estados

Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Volumen II. Consultado

en el World Wide Web el 24 de julio de 2006 en: [http://www.campus-](http://www.campus-oei.org/oeivirt/temasvol2.pdf)

[oei.org/oeivirt/temasvol2.pdf](http://www.campus-oei.org/oeivirt/temasvol2.pdf)

Schoen, J., Mason, T. y Kline, W. (2005). The innovation cycle: A new model and case study for

the invention to innovation process. [Versión electrónica]. Management Journal. 17 (3). Pg.

3, 8 pgs.

Selby, E., Shaw, E., Houtz, J. (2005). The creativity personality. [Versión electrónica] The gifted

child quarterly. 49 (4), pg 300, 17 pgs.

Sherwood, D. (2002). Innovation Express. Oxford, United Kingdom Capstone Publishing Ltd.

Sen, A. (2006). Teorías del desarrollo a principios del siglo XXI. Consultado en el World Wide

Web el 10 de junio de 2006 en: [http://www.iadb.org/etica/documentos/sen\\_teor\\_i.doc](http://www.iadb.org/etica/documentos/sen_teor_i.doc)

Seredinski, A. (2006). Creativity, TRIZ, innovations: Always together? Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Memorias. TRIZ: Un nuevo enfoque para la innovación sistémica.

Silveira, S. (1998). La educación para el trabajo: un nuevo paradigma. Organización internacional del trabajo. Consultado en el World Wide Web el 20 de febrero de 2007 en: [http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/sala/silv/edu\\_trab/](http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/sala/silv/edu_trab/)

Silveira, S. (1998). La educación para el trabajo: un nuevo paradigma. Consultado del World Wide Web el 22 de junio de 2006 en: [http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/sala/silv/edu\\_trab/](http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/sala/silv/edu_trab/)

Sloane, P. (2006). *Lateral Thinking skills. Unlocking the creativity and innovation in you and your team*. Second edition. Kogan Page.

Smith, S., Ward, T., y Finke, R. (1995). The creative cognition approach. eBook. Cambridge, Mass. MIT Press.

SOI system (2007). Structure of intellect. Consultado en el World Wide Web el 20 de marzo de 2007 en: <http://www.soisystems.com/index.html>

Souza, L. (2006). Collective political agency in the XXIst century: Civil society in an age of globalization. Consultado en el World Wide Web el 7 de junio de 2006 en: <http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/csgr/research/workingpapers/2006/wp18706.pdf>

Sternberg, R., Pretz, J., y Kaufman, J. (2001). The propulsion model of creative contributions applied to the arts and letters. (Versión electrónica]. *Journal of creative behavior*. 35 (2), 75 pg. 101

- Stephen, E. (1999). *Cross-train your brain: A mental fitness program for maximizing creativity and achieving success*. eBook. New York AMACOM Books.
- Steven, C. (2000). Technology in the Creative Classroom. [Versión electrónica]. Eric database.
- Sullivan, J.; Carlson, L.; Carlson, D. (2001). Developing aspiring engineers into budding entrepreneurs: An invention and innovation course. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Vol. 90, Iss. 4; pg. 571, 8 pgs
- Sun-Keung, N. (2006). The organizational values of Gimnazija in Solventa. [Versión electrónica] Educational Management Administration & Leadership. 34 (3) pgs. 319-343.
- Susskind, A.; Schwartz, D.; Richards, W.; Johnson, D. (2005). Evolution and diffusion of the Michigan State University tradition of organizational communication network research. [Versión electrónica]. Communication Studies. 56 (4). Pg. 397, 22 pgs.
- Synectis, a brainstorming tool (s/f). Consultado en el World Wide Web el 20 de marzo de 2007 en: [http://edweb.sdsu.edu/courses/ET650\\_online/MAPPS/Synectics.html](http://edweb.sdsu.edu/courses/ET650_online/MAPPS/Synectics.html)
- Tapscot, D. (1998) *Creciendo en un entorno digital La Generación Net*. Colombia, McGraw Hill Interamericana (pp. 13-49)
- Tadesco, J. (2003). Los pilares de la educación del futuro. Consultado en el World Wide Web el 20 de febrero de 2007 en: <http://www.uoc.edu/dt/20367/index.html>
- Tecnológico de Monterrey (2007). Historia. Consultado en el World Wide Web el 15 de junio de 2007 en : <http://cmpportal.itesm.mx/>
- The Idea Center IdeaFisher (2006). IdeaFisher. Consultado en el World Wide Web el 3 septiembre de 2006 en: <http://www.ideacenter.com/how-if-works.html>

- Thompson, G. y Lordan, M. (1999). A review of creativity principles applied to engineering design. Department of mechanical engineering. UMIST, Manchester, UK: Vol. 213.
- Tiana, A (1996) La evaluación de los sistemas educativos. Revista Iberoamericana de Educación. Número 10- Evaluación de la calidad de la educación. Consultado en el World Wide Web el 21 de noviembre de 2005 en: <http://www.oei.org.co/oeivirt/rie10a02.htm>
- Tecnológico de Monterrey (2006). División de Desarrollo Empresarial. Consultado en el World Wide Web el 20 de septiembre de 2006 en: <http://cde.itesm.mx/>
- Treffinger, D.; Young, G.; Selby, E.; Shepardson, C. (2002). Assessing creativity: A guide for educators. Research Monograph Series. [Versión electrónica]. Eric database.
- Tryggvason, G.; Thouless, M.; Dutta, D.; LCeccio, S.; Tilbury, D. (2001). The new mechanical engineering curriculum at the University of Michigan. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Vol. 90, Iss. 3; pg. 437, 8 pgs
- UNESCO (2002). Information and communication Technologies in teacher education. A planning guide. Consultado en el World Wide Web el 3 de septiembre de 2006 en:[http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=29011&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=29011&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)
- Universidad-Investigación (2007). OTRIS. Consultado en el World Wide Web el 12 de julio de 2007 en: <http://investigacion.universia.es/spin-off/otris/index.htm>
- Universidad de Monterrey, (2007). Acerca de la UDEM. Consultado en el World Wide Web el 23 de agosto de 2007 en: <http://www.udem.edu.mx/acercade>
- Urbina, R. (1999). Desarrollo de medidas estratégicas de desempeño en una empresa manufacturera. Tesis ITESM

- Valqui, R. (2005). Creatividad para profesionales. Revista de Investigación en Gestión e Innovación Tecnológica Consultado en el World Wide Web el 25 de marzo de 2007 en: <http://www.madrimasd.org/revista/revista29/tribuna/tribuna2.asp>
- Vázquez, J. (1970). *Nacionalismo y Educación en México*, México: El Colegio de México pp. 7 – 141.
- Vera, M. (2002). Herramientas para la educación a distancia. Consultado del World Wide Web el 19 de octubre de 2005 en: <http://www.istec.org/events/ponencias/Herramientas%20E-Dist.pdf>
- Vickers, K.; Salamo, G.; Loewer, O. (2001). Creation of an entrepreneurial university culture, the University of Arkansas as a case study. [Versión electrónica]. Journal of Engineering Education. Vol. 90, Iss. 4; pg. 617, 10 pgs
- Vila, E. (2004). Globalización, educación democrata y participación comunitaria. Consultado en el World Wide Web el 19 de febrero de 2007 en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/639Vila.PDF>
- Villalonga, F. (2003). Innovación tecnológica e innovación social: aplicaciones sociales de las TIC. Consultado en el World Wide Web el 20 de febrero de 2007 en: <http://www.uoc.edu/dt/20235/index.html>
- Villanueva, M. (2002). Barreras culturales a la innovación en las pequeñas empresas manufactureras. Revista Tribuna del Debate. Consultado en el World Wide Web el 25 de marzo de 2007 en: <http://www.madrimasd.org/revista/revista10/tribuna/tribunas1.asp>
- Waldegg, G. (2002). El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4 (1). Consultado el 12 de

diciembre de 2005 en el World Wide Web: <http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-waldegg.html>

Weiner, R. (2000). *Creativity & Beyond: Cultures, Values, and Changes*. (eBook). NY State University of New York Press.

Wince-Smith, D. (2006). *The creativity Imperative: A nacional Perspective*. [Versión electrónica] Peer Review. 8 (2), pg. 12, 3 pgs.

Youth Action Council on Sustainable Innovation (YACSI), (2002). *Making Innovation Sustainable Among Youth In Canada*. [Versión electrónica] Eric database

## ANEXOS

### **Anexo A: Test CREATRIZ**

Lea cada aseveración y responda escribiendo un número del uno al nueve en el espacio proporcionado. Un “9” indica que esta **TOTALMENTE DE ACUERDO** con la aseveración, un “1” indica **TOTAL DESACUERDO**, un “5” indica un **ACUERDO MODERADO** (o un desacuerdo moderado) y los números restantes deberán ser usados para indicar diversos grados de acuerdo.

Los espacios para sus respuestas van alternados del lado izquierdo al lado derecho de las aseveraciones. Cuando usted complete el cuestionario, los números del lado izquierdo deberán ser totalizados y lo mismo con los del lado derecho. Debido a que la precisión de la evaluación es importante, sea lo mas honesto posible con sus respuestas. No existen respuestas “correctas” o “incorrectas”, por lo tanto, evite contestar en términos de cómo piensa usted que una persona debería contestar. Cada categoría de resultados de esta herramienta contiene tanto fuerzas como debilidades, por lo que tratar de engañar al sistema no hará que una persona luzca “mejor”, pero podría, sin embargo, producir una imagen inexacta de la persona.

No hay límite de tiempo, pero no deberá pensar mucho cada punto.



## INVENTARIO DE LA CREATRIZ

9= TOTAL ACUERDO

1= TOTAL DESACUERDO

-----  
1. \_\_\_\_\_ Puedo dejar para mañana lo que debería hacer hoy.

Soñar despierto es una actividad útil \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_ Yo determino mis propios valores morales

Con frecuencia tengo fantasías sexuales \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_ Siento la libertad de no hacer lo que otros esperan de mi

Ser creativo es el mayor de los atributos del hombre \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_ Acepto mis debilidades

Prefiero nuevas formas en lugar de las formas probadas y comprobadas \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_ Generalmente pienso que tendré éxito

Existe una variedad de soluciones para cada problema \_\_\_\_\_

6. \_\_\_\_\_ Para mi es posible vivir como yo quiero

Las ideas tienen mas importancia que la gente \_\_\_\_\_

Nota: No sume totales hasta que haya completado el inventario

\_\_\_\_\_ Subtotal columna izquierda

Subtotal columna derecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Subtotal izquierdo

Subtotal derecho \_\_\_\_\_

7. \_\_\_\_\_ Puedo enfrentarme a los altibajos de la vida

Existen mas similitudes que diferencias entre la gente \_\_\_\_\_

8. \_\_\_\_\_ Cuando trato con otros creo que debo decir lo que siento

Creo que “el que no arriesga no gana” \_\_\_\_\_

9. Puedo “arriesgar el cuello” en mis relaciones con otros.

Con frecuencia encuentro el lado gracioso donde otros no lo hacen \_\_\_\_\_

10. \_\_\_\_\_ Vivo de acuerdo a mis deseos, gustos y valores

Mis ideas son generalmente mejores que las de los demás \_\_\_\_\_

11. \_\_\_\_\_ Confío en mi debilidad de ver las situaciones en la dimensión apropiada

Las limitaciones son para las personas promedio \_\_\_\_\_

12. \_\_\_\_\_ Poseo una capacidad innata para enfrentarme con la vida

Soy una persona por encima del promedio \_\_\_\_\_

13. \_\_\_\_\_ Me puedo sentir bien sin tener que complacer a los demás

Los que los demás consideran un caos a mi no me molesta \_\_\_\_\_

14. \_\_\_\_\_ Estoy dispuesto a arriesgar una amistad diciendo o haciendo lo que creo que es  
correcto

La ambigüedad total es preferible a la claridad total \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Subtotal columna izquierda

Subtotal columna derecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Subtotal izquierdo

Subtotal derecho \_\_\_\_\_

-----  
15. \_\_\_\_\_ Me siento con libertad de ser yo mismo sin importar las consecuencias

Le doy poca importancia al tiempo \_\_\_\_\_

16. \_\_\_\_\_ Siento la libertad de mostrar ante extraños sentimientos, tanto de amistad como de enemistad

Los inventores contribuyen más que los líderes políticos \_\_\_\_\_

17. \_\_\_\_\_ Disfruto el aislamiento y la privacidad

Mi niñez fue solitaria \_\_\_\_\_

18. \_\_\_\_\_ Soy asertivo y positivo

A veces creo que estoy loco \_\_\_\_\_

19. \_\_\_\_\_ Me puedo arriesgar a ser yo mismo

Realmente soy muy diferente a cualquier otro \_\_\_\_\_

20. \_\_\_\_\_ Soy autosuficiente

Soy muy complicado aún para mi mismo \_\_\_\_\_

21. \_\_\_\_\_ A veces hago trampa

Mucha gente se refiere a mi como inconsciente \_\_\_\_\_

22. \_\_\_\_\_ A veces me siento tan enojado que quiero destruir o lastimar a otros

Prefiero el extremo desorden que el extremo orden \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Subtotal columna izquierda

Subtotal columna derecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Subtotal izquierdo

Subtotal derecho \_\_\_\_\_

-----  
23. \_\_\_\_\_ Me siento cierto y seguro en mi relación con otros

Siento reto más que temor ante situaciones nuevas \_\_\_\_\_

24. \_\_\_\_\_ Puedo aceptar mis errores

Rara vez me entienden completamente \_\_\_\_\_

25. \_\_\_\_\_ Hay personas estúpidas y aburridas

Me aburro rápidamente \_\_\_\_\_

26. \_\_\_\_\_ He tenido momentos de intensa felicidad, como si experimentara una especie de éxtasis o bienaventuranza

No me gusta que me supervisen \_\_\_\_\_

27. \_\_\_\_\_ La honestidad no es siempre la mejor política

Con frecuencia soy más perseverante que otros \_\_\_\_\_

28. \_\_\_\_\_ Me siento confortable con un desempeño menos que perfecto

Mi trabajo es mi creación \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Total global izquierdo

Total global derecho \_\_\_\_\_

#### PUNTUACIÓN:

Cuando haya terminado de asignar los números y las aseveraciones, regrese a la primera página del inventario, sume la columna izquierda y escriba el subtotal en el espacio proporcionado. Repita el procedimiento para la columna derecha. Transfiera los subtotales al principio de la siguiente página. Continúe el proceso hasta haber obtenido el gran total para ambas columnas.

## Anexo B: Test de personalidad creativa

### TEST DE PERSONALIDAD CREATIVA

#### INSTRUCCIONES:

En cada una de las siguientes declaraciones, selecciona de una escala del 1 al 5 cual de las siguientes se aplica más a tu persona. Selecciona solo uno de los números del 1 al 5 en cada una de las 25 declaraciones. Selecciona el número 5 como la que más te identificas /la opción más aplicable, selecciona el número 1 como la que menos te identificas/ la menos aplicable:

1. Encuentro muy difícil concentrarme en solo una tarea o proyecto por un período prolongado de tiempo sin distraerme con otras cosas.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

2. Soy más visionario que una persona que está con los pies en la tierra y que es serio.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

3. Frecuentemente tengo el impulso de realizar un nuevo pasatiempo, como pintar o tocar un instrumento musical.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

4. No tengo temor de manifestar opiniones que no son populares

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

5. Me gusta estar solo con mis pensamientos sin ser interrumpido

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

6. Me describiría a mi mismo más desordenado que metódico

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

7. La mejor maestra para todo es la experiencia.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

8. Soy más sensible que una persona promedio cuando se trata de aspectos relacionados con el medio ambiente.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

9. Tengo más que un interés y / o curiosidad en el arte moderno que en criticarlo con una actitud negativa

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

10. A menudo tengo el impulso de desarmar cosas para ver como funcionan.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

11. Tengo una mente hiperactiva, al grado que muchas veces se me dificulta concebir el sueño en la noche.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

12. Disfruto ser poco convencional.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

13. Soy más intuitivo que intelectual.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

14. Cuando atiendo una conferencia o clase, regularmente me encuentro distraído y pensando en otras cosas.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

15. Algunas veces me frustró si no puedo hacer algo como me gustaría hacerlo.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

16. Prefiero estar solo y tranquilo a estar en una gran reunión muy animada.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

17. Frecuentemente me encuentro irritado por pequeñas reglas o regulaciones.

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---

18. Tengo una imaginación animosa

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------

19. A menudo soy muy impaciente para aprender cosas nuevas.

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------

20. Frecuentemente tengo sueños que soy incapaz de explicar.

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------

21. Tengo una manera de pensar muy independiente

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------

22. En cualquier momento tengo una ráfaga de inspiración o nueva idea, mi mente no puede descansar hasta que trato de ponerla en práctica.

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------

23. Disfruto estar conmigo mismo.

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------

24. Me gusta ser diferente a los demás

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------

25. Cuando espero en el teléfono, con papel y lápiz en la mano, la probabilidad es que comenzaré a hacer garabatos.

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------

## **Anexo C: Prueba de percepción del estudiante hacia el ambiente universitario**

Adaptado del test de Richard Florida (2002)

### **1. ¿Cómo debe de ser (ó que debe hacer) una persona foránea para ser aceptada en los altos círculos sociales de mi universidad?**

- e. Sólo necesita mostrar lo que puede hacer. La universidad es conocida porque permite que la gente joven y brillante despliegue su potencial y deje huella.
- f. Primero, debe ser probada su capacidad. Solo entonces es invitada aquí para que encabece una compañía, un programa de gobierno o una asociación civil.
- g. Debe dar una buena impresión a los estudiantes de de dinero en la universidad.
- h. Necesita se amigo de alguna persona que tenga dinero en la universidad.

### **2. La universidad más importante de la ciudad atrae a estudiantes de cualquier estado (o provincia) del país y de distintas partes del extranjero por las siguientes razones:**

- e. Tiene institutos de investigación líderes del mundo, facultades que han ganado el premio Nobel alguna vez y que están ubicadas en los más altos rankings mundiales.
- f. Algunas de sus facultades ó carreras tienen mejor nivel académico que otras universidades del país y de Latinoamérica.
- g. Es una universidad donde los estudiantes se sienten seguros académicamente.
- h. Los graduados de alguna de las facultades o carreras son altamente solicitados en la ciudad.

### **3. La colonia (barrio/vecindario) que rodea a la universidad más importante de la ciudad, se caracteriza por lo siguiente:**

- e. Es la parte más viva de la ciudad. Todo mundo quiere ir ahí y conocer gente. Además es uno de los mejores lugares para vivir y empezar negocios.
- f. Es un lugar agradable. Incluso, gente que no trabaja o estudia a la universidad va ahí de vez en cuando.



g. Es un lugar sólo para estudiantes. Alrededor hay bares, lugares de juego, pequeños restaurantes de comida económica y puestos de comida rápida. Las casas que rodean la universidad están viejas y en condiciones precarias.

h. Es un lugar que rodea a algo parecido aun cartel de guerra. El campus es una fortaleza de concreto, policías con perros patrullan las calles aledañas.

#### **4. Los nuevos empleos de la ciudad provienen de:**

e. Todas las partes del mundo y de cualquier ramo productivo. Hay varios sectores que manejan tecnología de punta además de empresas sólidas y solventes que producen todo tipo de bienes de consumo, industriales, de arte, de cultura, de comunicación, etc.

f. La economía de servicios especializados: servicios de software, firmas de abogados, hospitales, etc. En ocasiones alguna de las mejores empresas a nivel mundial invierte aquí y genera fuentes de trabajo.

g. La economía se organiza en centros: centros de ventas, centros de atención a clientes, centros regionales de almacenamiento, etc. y eso genera riqueza.

h. Se ha encontrado que las casas de juego son un gran negocio.

#### **5. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor las alternativas de diversión nocturna?**

e. Un escaparate lleno de opciones. Cuadra tras cuadra se pueden encontrar bares con música de todo tipo, cafés, galerías de arte, espacios para eventos artísticos y librerías que abren las 24 horas.

f. En la ciudad hay varias zonas que se especializan en algo. Por ejemplo, hay una zona donde predominan las exposiciones culturales y artísticas; una zona donde haya bares y cafés; un distrito de antros y clubes nocturnos y así sucesivamente.

g. Hay una zona donde conviven las los jóvenes porque hay restaurantes y lugares para pasar ratos agradables. Hay además algunos establecimientos con nombres sugestivos donde uno puede ir a tomarse una cerveza.

h. Fuera de los bares y casinos, no hay gran cosa.

#### **6. Tu grupo de escuela quiere hacer una entrevista a un alto funcionario de una compañía para un trabajo de un curso. ¿Qué opciones hay en la ciudad?**

e. La ciudad cuenta con un gran repertorio de restaurantes étnicos conocidos y por conocer.

- f. Comida china, griega, japonesa, hindú o bien un buen restaurante de carnes o mariscos.
- g. Se tienen restaurantes de algunas cadenas nacionales y extranjeras.
- h. No hay gran cosa, el restaurante que está enfrente a la central de autobuses ofrece un buen menú los miércoles.

**7. Al hablar de planes de fines de semana, la conversación se centra en:**

- e. Cualquiera de los muchos parques naturales, hechos para inspirar a cualquier arista, donde se pueden realizar una gran variedad de actividades.
- f. Los paseos a los lugares turísticos más importantes de la ciudad; el club de caza, el club de golf, etc.
- g. Go karts, balnearios, caminos para motos.
- h. ¿Se podrán redes en las porterías de fútbol?

**8. El periódico de la ciudad más leído es:**

- i. Conocido nacionalmente por sus profundas notas editoriales sobre los grandes temas de nuestro tiempo.
- j. Un periódico con buena presentación que mantiene la atención de los líderes más importantes de la ciudad.
- k. Un periódico aburrido donde se publican las historias de lo que están haciendo os líderes de la localidad para que la ciudad sea mas competitiva.
- l. El Sol, El Metro, El Extra (especialistas en nota roja).

**9. ¿Qué escuchas cuando buscas las estaciones de radio de la ciudad?**

- m. Todo tipo de música y todo tipo de programas que se puedan imaginar.
- n. Muchos de los buenos programas producidos en otras ciudades.
- o. Bandas de rock de los 70's y de los 80's , música clásica y música romántica producida por compositores que ya han muerto.
- p. Copias locales de locutores famosos, muchos programas deportivos y la misma música todos los días.

**10. La filosofía sobre la construcción de edificios en tu universidad es:**

q. Invierta en creatividad, conectividad, y en calidad de vida. Hay nuevos centros de investigación en la universidad y existen campañas de fondos para impulsar las artes. Hay caminos para bicicletas y caminos peatonales por todas partes.

r. ¡Vale la pena, hay que hacerlo! Por los buenos manejos que han con respecto al presupuesto de la universidad, se están impulsando iniciativas para invertir en incubadoras de biotecnología, centros de comunicación y se ha trabajado en caminos peatonales por todas partes.

s. Nosotros también tenemos uno de esos. Se otorgan grandes subsidios para construir: un nuevo estadio de fútbol, un centro de convenciones y un centro comercial con un algún café o restaurante de moda.

t. No hay que ahorrar. Se están reconstruyendo edificios antiguos, se ha construido un nuevo edificio que puede ser visto por toda la ciudad y se ha incrementado las estrategias para tener transportación segura a la universidad.

### **11. Nuestra mayor fuente de orgullo en la universidad es:**

u. La increíble tecnología con la que cuenta. Todos tenemos acceso a computadoras y a laboratorios para hacer nuestras prácticas. Los laboratorios siempre están en buen estado y cuentan con la tecnología e instrumentos adecuados y personal docente que apoya con asesorías. No hay mejor universidad.

v. Nuestro último logro. La universidad siempre está a la vanguardia en tecnología, el currículo escolar es de primer mundo. Tenemos oportunidad de intercambios internacionales y profesores de alto nivel académico.

w. El título de (fútbol / béisbol / básquetbol) que ganamos en los años 70's

x. Nuestra herencia de ser una universidad que está dentro del siglo XXI.

### **12. La cultura de nuestra universidad se puede describir de la siguiente manera:**

y. Una inmensa red de prósperas sub-culturas. Todo lo que se pueda imaginar se hace aquí.

z. Lo nuevo y lo post. La nueva economía, el nuevo urbanismo, el post-industrialismo y el post-modernismo. Ninguno comenzó aquí, pero bueno, lo hemos adoptado con rapidez.

aa. Defensivo. La gente en general reconoce que la universidad no tiene tanto prestigio como otras, ni es tan atractiva, pero eso no les importa. Comentan que lo importante son los valores, el renombre y que es la mejor universidad del país para estudiar.

bb. Un reloj detenido. Estaremos listos para cuando la historia vuelva a repetirse.

**13. ¿Cómo reaccionaría los estudiantes en mi universidad con un cuestionario como este?**

cc. El rector pensaría que es como una alarma de advertencia, pero también se cuestionaría la validez del cuestionario.

dd. Los directores estarían debatiendo cómo responderlo y procurarían iniciar un diálogo público constructivo.

ee. Los allegados al rector lo llamarían un intento malicioso por desprestigiar universidades progresivas como esta.

ff. No habría reacción. Nadie aquí leería un cuestionario como este.

**EVALUACIÓN**

**CALIFICANDO TU UNIVERSIDAD**

<b>Tipo de respuesta</b>	<b>Valor de la respuesta</b>	<b>Número de respuestas por tipo de respuesta</b>	<b>Total por tipo de respuesta</b>
a	10		
b	5		
c	0		
d	-10		
<b>Puntuación total</b>			

**Por cada pregunta:**

- (i) = 10 puntos. La puntuación de un desarrollo centro de creatividad
- (j) = 5 puntos. Todavía no es un centro de creatividad pero se está en busca de ello
- (k) = 0 puntos. Sin indicios de que sea un centro de creatividad
- (l) = -10 puntos. Sin esperanza de ser un centro de creatividad.

**Interpretación de la puntuación:**

100 o más	La universidad es creativa de vanguardia.
75-95	La universidad está arriba y progresando. La gente sabe que es lo más importante aunque no siempre – y parece que están realizando los movimientos correctos. No hay muchas universidades como la suya para estudiar.
50-70	La universidad está en la cúspide. Probablemente esté a la

	vanguardia. No saben si se va a encaminar a la Era de la Creatividad o irse a otro lugar.
25-45	La universidad se está quedando atrás. Es probable que cuente con deportes en las ligas de mayor prestigio de la nación, pero tanto económica como socialmente la universidad no es competente. Va a ser necesaria una serie de infusión de talento creativo para cambiar el orden de las cosas.
0-20	La universidad está sumergiendo bajo el agua. Tome el próximo salvavidas y únase a los que buscan algo mejor.

## Anexo D: Encuesta a los alumnos

### Encuesta

Nombre \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_ -

**Por favor lee cada pregunta y responde con una breve explicación.**

¿Crees que el uso de las metodologías que aprendiste a lo largo de este periodo escolar desarrollaste habilidades de innovación y creatividad?

¿Cuál fue tu experiencia al aplicar TRIZ y QFD en tu prototipo final?

¿Crees que aumentó tu capacidad para generar soluciones creativas?

¿Consideras TRIZ y QFD como metodologías que te puedan ser útiles en tu desempeño laboral?,  
¿porqué?

¿Crees que tu educación universitaria de ayudó a ser una persona creativa o innovadora?

¿Cómo apoya tu país a la innovación?

## **Anexo E: Entrevista a profesores**

### **Entrevista a profesores**

Nombre completo

Grado de estudios

Experiencia docente en años

Universidades donde ha dado clases

Niveles (pregrado y graduados)

¿Quién solicita a sus alumnos imaginar futuros posibles? ¿Cuántos profesores premian a sus alumnos por “thinking out of the box”? ¿En cuántos cursos PBL o POL los alumnos tienen la libertad de escoger problemas o proyectos innovadores vs. impuestos por el profesor? Etc...

1. ¿Cuánto tiempo tiene enseñando TRIZ y QFD a alumnos universitarios?
2. ¿Cuál es el objetivo de enseñar TRIZ y QFD en su clase?
3. ¿De que forma verifican que los alumnos entendieron el TRIZ y el QFD?
4. ¿Que experiencia ha tenido al enseñar las metodologías TRIZ/QFD a alumnos universitarios?
5. ¿Que habilidades desarrolla el TRIZ y el QFD en los alumnos?
6. ¿Considera que los alumnos llegan a comprender ambas metodologías en el momento en que se les enseña?
7. ¿Cómo seleccionan los equipos los proyectos a realizar?
8. ¿Cómo conectan los alumnos ambas metodologías en su prototipo final?
9. ¿Considera que tanto el TRIZ como el QFD son dos metodologías que pueden apoyar a los alumnos en su vida laboral?
10. ¿Considera que los alumnos cuentan con los elementos educativos necesarios para desarrollar su creatividad por medio de la enseñanza de teorías como TRIZ y QFD?
11. ¿Cómo fomenta la creatividad e innovación entre sus alumnos?

12. ¿Cómo responden los alumnos ante el reto de ser creativos e innovar?

13. ¿Considera que el ambiente de **la universidad** es propicio para el desarrollo de estas habilidades?



## **Anexo G: Registro de las observaciones**

### **Registro-resumen de observación general**

Estudio sobre las metodologías TRIZ y QFD y el impacto en solución creativa de problemas mediante respuestas innovadoras a través de la mejora continua.

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Observación: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

1. Estructura de la clase
2. Cantidad de alumnos que asisten
3. Resumen de lo que sucede en el curso
4. Explicaciones o especulaciones, e hipótesis de lo que sucede en el lugar o contexto.

**Anexo H: Criterios Generales de Evaluación de Producto Innovador. (Premio Tecnos, (2007))**

<b>Criterio</b>	<b>Definición</b>
<b>1. Niveles tecnológicos</b>	<p><b>Nivel 1.</b> Estándar (buena solución mediante métodos conocidos en el campo, es muy elemental, no nuevo, es una contribución, no una invención real).</p> <p><b>Nivel 2.</b> Mejora. (Desarrollo de un sistema existente, usualmente con algún grado de avance y complicación. Los métodos dentro de la misma industria o relacionada.</p> <p><b>Nivel 3.</b> Invención o innovación dentro del paradigma, asunto comercia (trade or matter) (Mejoras fundamentales o esenciales de sistemas existentes utilizando métodos de otros campos).</p> <p><b>Nivel 4.</b> Invenciones fuera del paradigma de creación de una nueva generación de sistemas existentes cambiando el principio de comportamiento de la función primaria “Soluciones no tecnológicas, pero científicas”</p> <p><b>Nivel 5.</b> Descubrimiento, pioneros en la invención de un nuevo sistema. Usualmente basado en un gran descubrimiento, como una nueva ciencia, es el tipo de descubrimiento que mueve el mundo. La mejora de esto aumenta el nivel 4.</p>
<b>2. Singularidad. Originalidad en las contribuciones tecnológicas del trabajo participante.</b>	<p>¿Qué tantos trabajos similares existen?</p> <p>Es el resultado de búsquedas tecnológicas (con base en patentes, trabajos similares en Internet) y el grado de se ideal (Cualidades altamente favorables que pueden ser obtenidas)</p>
<b>3. Valor agregado.</b>	<p>En que grado de relevancia resuelve la necesidad o resuelve el problema del mercado o de la comunidad. Como impulsar la mejora de las actividades productivas, la ventaja competitiva tecnológica que genera. Efectos en la productividad.</p>
<b>4. Factores económicos.</b>	<p>¿Genera empleos? ¿Disminuye los costos operativos? ¿Se obtienen otros beneficios?</p>
<b>5. Impacto o importancia.</b>	<p>La contribución a la empresa, comunidad o sociedad, el impacto ecológico y las mejoras en la calidad de vida.</p>
<b>6. Calidad de la documentación.</b>	<p>Calidad en la presentación de la información, integración (estructura de contenido, secuencia lógica de ideas) Escritura y ortografía. Relevancia de referencias (búsqueda tecnológica, bibliografía, justificación del uso de apoyos gráficos de información e importantes anexos de apoyo)</p>