

## Experiencias de innovación docente para la consolidación de una cultura de I+D+i

### Experiences of teaching innovation for the consolidation of a R&D&I culture

Jhon Victor Vidal Durango<sup>a</sup>, Piedad Cristina Martínez Carazo<sup>b</sup>, José Antonio Alfaro Tanco<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Corporación Universitaria del Caribe [jhon.vidal@cecar.edu.co](mailto:jhon.vidal@cecar.edu.co), <sup>b</sup>Corporación Universitaria del Caribe [piedad.martinez@cecar.edu.co](mailto:piedad.martinez@cecar.edu.co), <sup>c</sup>Universidad de Navarra, [jalfaro@unav.es](mailto:jalfaro@unav.es)

Recibido: 2017-01-29 Aceptado: 2017-05-10

---

#### **Abstract**

*There is a significant amount of prototyping creativity and support techniques that have been successfully applied in the industry. However, the lack of empirical evidence about its use in educational systems motivates the present work, whose main objective is to disseminate the results of a teaching innovation experience for the consolidation of a R & D & I culture, through which the preferences of the use of the techniques of creativity in pre-university groups were evaluated, integrated by students, teachers and external consultant. For this, a sample of 60 groups were taken that developed 60 projects of innovation in different lines and analog models for the management of technological innovation, evaluating the frequency of use and combination of techniques. The results of the experiment show differences, of use in relation to the management model and the development line selected by the groups. Likewise, it was observed that the most used creativity techniques were brainstorming and Phillips 66, while for prototyping, were TRIZ and QFD for tangible prototypes and Design Thinking and Agile Methodology for service prototype.*

**Keywords:** *Creative techniques, Prototypes, innovation, education*

---

#### **Resumen**

*Existe una cantidad significativa de técnicas de creatividad y apoyo al prototipado que han sido aplicadas con éxito en la industria. Sin embargo, la carencia de evidencia empírica sobre su utilización en sistemas educativos motiva el presente trabajo cuyo objetivo principal consiste en divulgar los resultados de una experiencia de innovación docente para la consolidación de una cultura de I+D+i, mediante la cual se evaluaron las preferencias de utilización de las técnicas de creatividad y prototipado en grupos de innovación preuniversitarios, integrados por estudiantes, docentes y asesores externos. Para ello se tomó una muestra de 60 grupos que desarrollaron 60 proyectos de innovación en diferentes líneas y modelos análogos de gestión de la innovación tecnológica, evaluándose la frecuencia de uso y combinación de técnicas. Los resultados de la experiencia muestran diferencias de uso en relación al modelo de gestión y a la línea de desarrollo seleccionada por los grupos, asimismo, se observó que las técnicas de*

*creatividad más utilizadas fueron lluvias de ideas y Phillips 66, mientras que para prototipado fueron TRIZ y QFD para prototipos tangibles y Desing Thinking y Metodología ágil para prototipos de servicios.*

**Palabras clave:** *Técnicas creativas, Prototipos, innovación, educación*

---

## Introducción

Schein (2010) indica que la cultura es un conjunto de asunciones básicas compartidas entre las personas capaces de determinar sus comportamientos y relaciones, así como una consecuencia del aprendizaje de un grupo enfocado en la solución de los problemas externos de adaptación y los internos de integración. En la cultura de innovación las soluciones son fruto del descubrimiento y la creatividad, resultado de enfrentarse al riesgo e incertidumbre de romper con lo establecido y lo cotidiano. Bajo esta perspectiva, un elemento central de la cultura de innovación son las personas y su trabajo en equipo, constantemente orientado hacia la consecución de innovaciones (Naranjo, Jiménez & Sanz, 2015).

Una de las más importantes limitaciones que se tiene para consolidar una cultura de innovación es la poca creatividad y habilidades para la innovación que tiene la población en general (Fischer, Oget, & Cavallucci, 2016), que le permita a una gran masa crítica generar productos tecnológicamente viables, socialmente aceptables y económicamente rentables (Pérez, 2009). Asimismo, existen serias dificultades para generar una efectiva innovación a partir de ideas creativas con potencial innovador (Ugalde Albístegui & Zurbano Bolinaga, 2009; Vergara, Néjera, & Otaño, 2012); es decir, hacer realidad una innovación a partir de una idea creativa.

Las habilidades creativas, innovadoras y emprendedoras juegan un papel importante en el reconocimiento de oportunidades y nuevas combinaciones de factores productivos (Schumpeter, 1950; Verheul et al., 2001); mejoran los resultados en I+D e innovación (Michelacci, 2003); y fomentan la autoestima y confianza de los individuos, generando actitudes, habilidades y comportamientos que les permiten entrar en el mundo del trabajo e interactuar de manera proactiva en las organizaciones, contribuyendo a su sustentabilidad social y económica (Ministerio De Economía Fomento y Turismo, 2015). En este sentido, La *Generation Europe Foundation* (2010), indica que se debe tener una masa crítica formada y motivada para innovar, por lo que se debe procurar generar competencias creativas e innovadoras en la población juvenil dentro de los sistemas educativos, incluido la educación superior, de tal manera que permita aumentar en volumen y cantidad la generación de ideas con potencial innovador y promover una verdadera cultura de innovación en los territorios.

En este sentido, la literatura muestra más de 240 técnicas de creatividad e innovación que permiten afianzar dichas competencias en los individuos y en las organizaciones. La Fundación Neuronilla para la Creatividad e Innovación (2011), por ejemplo, relaciona una gran parte de ellas y las clasifica principalmente en las siguientes categorías: técnicas para generar ideas, técnicas para generar ideas a distancia, técnicas para evaluar ideas y recursos para la innovación.

No obstante, son pocas las evidencias empíricas existentes sobre la utilización de técnicas de creatividad e innovación para el fomento de competencias para la innovación en jóvenes, pese a la existencia de éstas y las recomendaciones para su utilización en empresas. Razón por la cual se pretende, a través de este

artículo, divulgar los resultados obtenidos en una experiencia de innovación docente para la consolidación de una cultura de I+D+i, mediante la cual se evaluaron las preferencias de utilización de las técnicas de creatividad en grupos preuniversitarios, integrados por estudiantes, docentes y asesores externos.

## Metodología

En el departamento de Sucre, Colombia, se conformaron 60 grupos de innovación, compuestos por estudiantes preuniversitarios, docentes acompañantes y un (1) asesor externo relacionado con una entidad de educación superior. Los grupos se clasificaron de la siguiente forma de manera analógica a los modelos de gestión de la innovación propuestos por Rothwell (1994).

- 15 Equipos de innovación: *push technology*. Desarrollaron sus ideas creativas y su proceso de I+D a partir de los trabajos de investigación ya realizados por otros grupos de investigación de la zona de influencia.
- 15 Equipos de innovación: *demand pull*. Desarrollaron sus ideas innovadoras y su proceso de I+D a partir de las necesidades de mercado enmarcadas en los focos de desarrollo priorizados en el territorio influencia.
- 15 Equipos de innovación: *open innovation*. Desarrollaron su proceso de I+D a partir de retos establecidos por los agentes del Sistema Regional de Innovación de la zona de influencia del proyecto.
- 15 Equipos Control. Que desarrollaron sus ideas innovadoras y su proceso de I+D, sin ninguna guía relacionada con modelos de gestión de la innovación

La estrategia de fomento de competencias para la innovación se desarrolló en tres fases:

**Fase 1. Aprendo de mi contexto.** En esta fase se logró la contextualización económica y social de la región objeto de estudio, a través de videos y juegos de OCA. Los jóvenes conocieron el estado actual de los indicadores relacionados con productividad, competitividad, calidad de vida, seguridad, demografía, así como de ciencia, tecnología e innovación, reconociendo las brechas existentes a nivel local, con relación al contexto nacional e internacional; reconocieron las apuestas productivas y segmentos de negocio priorizados por las agendas de productividad y competitividad, así como las metas en indicadores sociales y ambientales; y reconocieron los principales problemas en su micro y macro contexto, identificando las oportunidades que tienen como grupo para innovar en relación a las apuestas productivas y necesidades sociales insatisfechas.

**Fase 2. Soy creativo.** En esta fase un grupo de expertos evaluó 120 técnicas de creatividad y prototipado existentes y seleccionó 11 técnicas, las cuales fueron expuestas a los grupos de innovación mediante una cartilla y videos. Los grupos seleccionaron las técnicas que consideraron más útiles para la identificación de la problemática a trabajar y la selección de ideas creativas de solución.

**Fase 3. Mi prototipo.** Un grupo de expertos dispuso de 5 técnicas de apoyo al diseño del prototipo y los grupos seleccionaron las técnicas que consideraron adecuadas para el desarrollo de su prototipo final. Los grupos desarrollaron su prototipo en dos momentos, en el primero realizaron un prototipado rápido, a partir de un diseño base con materiales ligeros y económicos como cartón, goma, madera, entre otros y en el segundo momento los grupos diseñaron y construyeron un prototipo de calidad o mínimo producto

viable a partir de su idea con potencial innovador, teniendo en cuenta la selección adecuada de materiales, funcionalidad e imagen de mercado.

En cada fase se realizaron las siguientes actividades:

- Evaluación de las técnicas de creatividad y apoyo al prototipado utilizado
- Evaluación del comportamiento de los grupos, teniendo en cuenta las características propias de la técnica, el modelo analógico de gestión de la innovación, así como la línea de desarrollo, las cuales fueron propuestas desde la Comisión Regional de Competitividad de Sucre.
- Análisis de la influencia del tipo de prototipo (tangibles/ intangibles) sobre las técnicas utilizadas.
- Sugerencias basadas en la experiencia empírica.

## Resultados y Discusión

### Técnicas seleccionadas

Los expertos revisaron 160 fichas de técnicas de creatividad e innovación, entre las cuales seleccionaron las 16 más relevantes teniendo en cuenta: 1) Sus antecedentes de aplicación empresarial, 2) Su adecuación a los sistemas educativos, y 3) Las posibilidades de articulación entre ellas.

De esta manera, las técnicas seleccionadas fueron: 1) Seis sombreros para pensar, 2) Técnica creativa INNSIGHT, 3) lista de atributos, 4) IDEART, 5) Método 635, 6) Biónica, 7) Lluvia de ideas, 8) Método Phillips 66, 9) Bloc de notas colectivo, 10) Empatía, 11) *SIL-Methode* (Sukzessive Integration von Lösungen), 12) *Design thinking and emotion*, 13) QFD, 14) Scamper, 15) TRIZ y 16) Metodología Ágil.

Las técnicas seleccionadas fueron clasificadas en tres grupos: 1) Técnicas creativas de desarrollo en grupos grandes de colaboración (Tabla 1), 2) Técnicas creativas para identificación y caracterización (Tabla 2), y 3) Técnicas de ayuda al diseño y elaboración de prototipo (Tabla 3). Cabe destacar que la técnica de seis sombreros para pensar no se sometió a escrutinio, más bien fue utilizada para conformar todos los grupos asignando roles iniciales.

**Tabla 1. Técnicas creativas de desarrollo en grupos grandes de colaboración**

TECNICA	DESCRIPCIÓN
Método 635	6 personas se reúnen y han de escribir 3 ideas en 5 minutos sobre un reto creativo, transcurrido ese tiempo, cada persona debe pasar su hoja de papel (con las ideas) a la persona que está sentada justamente a su derecha. Al recibir esa hoja, cada persona revisa las ideas de sus compañeros y las aprovecha para desarrollarlas o simplemente para inspirarse en ellas. La cuestión es añadir ideas. El método prosigue hasta que la hoja haya pasado por todas las personas. Al final el grupo tendrá 90 ideas (6x3x5) en sólo 25 minutos.
Lluvia de ideas	Se define un problema y se plantea con claridad como pregunta, se nombra un director para que gestione y dirija el proceso, se eligen los participantes que estén involucrados en el problema y personas ajenas que lo comprendan, y se dividen en grupos; se establece un tiempo para el debate al interior de los de los grupos, el director confronta las ideas de solución al problema planteado y se hace un debate final, eliminando, combinando o relacionando ideas y generando categorías con criterios acordados.
Método Phillips 66	6 personas discuten un tema por seis minutos, para ello un facilitador ya definido conforma los subgrupos de seis personas y a cada subgrupo se asigna un coordinador y un secretario quienes cronometran el tiempo, terminado los 6 minutos el facilitador pide a los secretarios que den lectura rápida de sus informes y el facilitador extrae las conclusiones y redacta un resumen final, cuya naturaleza dependerá del problema expuesto
<i>SIL-Method</i>	El director/moderador presenta el problema y se define la situación problema, los participantes anotan durante un cierto tiempo los enunciados de soluciones. Posteriormente dos participantes exponen sucesivamente sus propuestas de solución y el grupo desarrolla un enunciado de solución que combine al máximo posible las dos ideas expuestas. Un tercer participante expone su solución y el grupo desarrolla nuevamente un enunciado de solución que combine las ideas anteriores; y así sucesivamente hasta llegar a la saturación
Bloc de notas colectivo	A los participantes se les facilita un block que contiene el planteamiento general de un determinado problema, y durante un periodo de 1 mes escriben en él al menos una idea de solución cada día. Trascurrido el tiempo, el coordinador recoge los blocks de notas y se hace un resumen con: la mejor idea que se les ha ocurrido; sus ideas sobre las posibles orientaciones que pueden seguirse para resolver el problema; algunas nuevas ideas que han podido surgir, que no se relacionan con el problema original, pero que parecen importantes.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 2. Técnicas creativas para identificación y caracterización**

TECNICA	DESCRIPCIÓN
Técnica creativa INNSIGHT	Pretende encontrar nuevos conceptos de productos ya existentes basados en necesidades y demandas insatisfechas, ocultas, reveladoras; se alimenta de las estrategias de posicionamiento o reposicionamiento de los productos. Para el análisis de los productos existentes se hacen preguntas, se dan respuestas y se obtienen soluciones creativas por medio del desarrollo de la secuencia: Invertir-Intercambiar, Naturalizar (poner en contexto); Nebulizar (fragmentar); Sustituir; Inadecuar; Graficar; Hibernar; Trasformar.
Lista de atributos	Se identifica el producto, servicio o proceso a mejorar o el problema a resolver, se analiza y se hace una lista de tantos atributos como sea posible, y finalmente se elige cada atributo y se dan ideas de cómo mejorarlo. Algunos atributos son: Altura, Anchura, Color, Componentes, Fecha, Distancia, Duración, Estructura, Estado, Estatus, Hecho de Fiabilidad, Finalidad, Flexibilidad, Profundidad, Forma, Fortaleza, Frecuencia, Importancia, Lugar, Medida, Origen, Peso, Posición, Cantidad Parecido a, Tiempo, Textura
IDEART	Después de elegir el foco problema a resolver, se selecciona intuitivamente al azar algunas pinturas (preferiblemente que sean de distintas épocas y diferentes autores) y se definen las características de las pinturas extrayendo los conceptos que transmiten estas obras. Posteriormente, se hace una conexión entre el reto creativo y lo que transmite la pintura, sistematizando las ideas de nuevos productos o servicios que tendría la solución planteada.
Biónica	Una vez identificada la problemática, se hace una analogía para buscar posibles soluciones reveladas en la naturaleza mediante un análisis de seres vivos que le interesen para posteriormente traducir los modelos de las propiedades naturales a modelos de carácter matemático, físico, gráfico o simbólicos.
Empatía	Identificada la problemática y los actores que la conforman, se busca ponerse en el lugar del otro y experimentar su mundo como si fuera propio, implicarse y considerar el problema desde su punto de vista para poder obtener otra percepción. Se requiere resolver las siguientes preguntas: ¿Qué ve? ¿Qué piensa ¿Qué siente?

Fuente: elaboración propia

**Tabla 3. Técnicas de ayuda al diseño y elaboración de prototipo.**

TECNICA	DESCRIPCIÓN
SCAMPER	Es una técnica que busca mejorar productos a través del análisis de las siguientes características. SUSTITUIR (ej. ¿Se puede sustituir algún ingrediente?); COMBINAR (ej. ¿Se puede combinar materiales en un empaque?); ADAPTAR: (ej. ¿Se puede adaptar el producto por género?); MAGNIFICAR (ej. Se puede aumentar las rugosidades de la textura de un empaque?); PROPONER OTROS USOS (ej. Puede usarse para ocasiones especiales?); ELIMINAR: (ej. ¿Se puede eliminar un ingrediente?); REORDENAR: (¿Se puede cambiar la forma de despacho?).
DESING THINKING	Permite generar una mayor aceptación del receptor final del producto o prototipo debido a que se involucra de manera empática con él a través de sus cinco momentos: empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar.
QFD	A través de una secuencia de pasos busca incrementar y traducir la voz del cliente al lenguaje de determinantes, parámetros y requerimientos de diseño para así poder desplegarse a través de la planeación, manufactura, ensamble y servicio.
TRIZ	Enmarca la necesidad/ oportunidad como sistema, estableciendo las funciones útiles que desempeñen las tareas fundamentales del mismo y funciones perjudiciales con el ideal de ser erradicadas, mediante una matriz de 39 parámetros y 40 principios inventivos que fueron fruto del análisis de más de 250.000 patentes.
METODOLOGIA AGIL	Se utiliza en el desarrollo de aquellas ideas con potencial innovador que implican la estructuración a través de una herramienta TIC, pues esta metodología permite desarrollar softwares basados en el desarrollo iterativo e incremental, donde los requerimientos y soluciones evolucionan mediante la colaboración de grupos auto organizados y multidisciplinarios.

Fuente: elaboración propia

### Técnicas y modelos de innovación

15 grupos desarrollaron su proceso en el modelo análogo de *demand pull*, 15 grupos en el modelo análogo de *Push technology* y 15 en el modelo de *open innovación*. De los 15 grupos Control, 13 desarrollaron sus ideas innovadoras y su proceso de I+D a partir de las necesidades de mercado enmarcadas en los focos de desarrollo priorizados por el Sistema Regional de Innovación (*Demand Pull*); 1 grupo desarrolló sus ideas creativas y su proceso de I+D a partir de los trabajos de investigación realizados por los grupos de investigación de la zona de influencia (*Push Technology*); y 1 grupo aceptó uno de los retos de innovación abierta (*Open Innovation*). Estos resultados indican una marcada preferencia por parte de los grupos por identificar problemáticas en sectores priorizados por el ecosistema de innovación social para proponer de manera autónoma su solución.

Los retos de innovación abierta fueron establecidos por un grupo de expertos, quienes tuvieron en cuenta las apuestas productivas y los retos competitivos generados por el ecosistema de innovación. Los retos establecidos y el número de grupos que trabajaron los retos son:

- 1) Desarrollar un prototipo de refrigeración autosustentable con energías alternativas (2)
- 2) Desarrollar un producto novedoso de Repelente de insectos con base a plantas nativas (3)
- 3) Desarrollar una aplicación APP novedosa para el desarrollo del turismo en la zona denominada Golfo de Morrosquillo (3)
- 4) Desarrollar un empaque para alimentos con la planta de Bijao (*Calathea lutea*) (2)
- 5) Desarrollar un prototipo robótico para la fabricación de patacones (tostón o frito) de plátano (2)
- 6) Desarrollar un bastón funcional para agarrar cosas en altura para personas con discapacidad motriz (1)
- 7) Desarrollar un prototipo para capturar residuos sólidos en el mar cercano a las playas turísticas (2)
- 8) Desarrollar un ladrillo con insumos locales (1)

El comportamiento en el uso de técnicas creativas de desarrollo en grupos grandes de colaboración y técnicas creativas para identificación y caracterización, se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4. Técnicas de creatividad por modelos de innovación**

TECNICA	DEMAND		PUSH		OPEN		% Prom
	No	%	No	%	No	%	
BIONICA	7	25%	4	25%	4	25%	25%
LLUVIA DE IDEAS	7	25%	4	25%	3	19%	23%
INNSIGTH	8	29%	4	25%	2	13%	22%
PHILLIP 66	7	25%	3	19%	2	13%	19%
LISTA DE ATRIBUTOS	6	21%	1	6%	4	25%	19%
EMPATIA	4	14%	2	13%	2	13%	14%
BLOCK DE NOTAS	2	7%	5	31%	0	0%	12%
SIL	2	7%	2	13%	2	13%	11%
T 365	1	4%	2	13%	0	0%	6%

Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que la técnica más usada es la Biónica, principalmente por decisión de los estudiantes, quienes vieron en ella una técnica simple, divertida y útil al momento de plantear soluciones creativas a las problemáticas identificadas; también se observa que la técnica fue utilizada en proporciones similares, independientemente del modelo de innovación utilizado. Se observa una amplia utilización de técnicas creativas de desarrollo en grupos grandes de colaboración, siendo la más utilizada la técnica de lluvia de ideas y la Phillips 66, debido, principalmente, a la facilidad de aplicación en escenarios como el aula de clases.

Se observa que la técnica Block de notas tuvo una mayor aplicación en aquellos grupos que utilizaron el modelo *push technology*, los cuales desarrollaron sus ideas de I+D+i a partir de problemáticas ya trabajadas en otros estudios, permitiéndoles contar con más tiempo para la utilización del procedimiento extendido que esta técnica demanda (un mes). Sin embargo, no hubo buena recepción en los grupos que trabajaron



sobre *open innovation* y *demand pull* debido a que existía menos información disponible. Los resultados de las preferencias de utilización de técnicas de ayuda al diseño y elaboración de prototipo se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5. Técnicas de ayuda al diseño y elaboración de prototipo por modelo**

TECNICA	DEMAND		PUSH		OPEN		
	No	%	No	%	No	%	% P
TRIZ	9	32%	8	50%	5	31%	38%
DESING THINKING	12	43%	6	38%	5	31%	37%
SCAMPER	6	21%	8	50%	4	25%	32%
QFD	5	18%	5	31%	3	19%	23%
METODOLOGIA AGIL	3	11%	4	25%	3	19%	18%

Fuente: elaboración propia

La técnica más usada por los grupos como ayuda para su proceso de prototipado fueron TRIZ y *Design Thinking*. La diferencia radicó en que *Desing Thinking* se utilizó de manera más homogénea entre los tres grupos, mientras que TRIZ tuvo una notoria mayor utilización en los grupos que se basaron en el modelo análogo de *Push technology*. Esto, debido a que en gran medida el proceso de I+D ya estaba avanzado con los estudios anteriores que soportan las problemáticas relacionadas en este modelo y pudieron utilizar una técnica como Triz de mayor robustez técnica.

SCAMPER tuvo una buena participación, utilizándose en el 32% de los prototipos, pero por lo general se acompaña de otras técnicas, en especial TRIZ y QFD. Estas dos últimas técnicas por el contrario pueden usarse sin acompañarse de otra técnica, de tal manera que en el 51% de los casos se usaron como única técnica de ayuda.

### Técnicas de creatividad e innovación por línea de innovación

Los grupos seleccionaron la línea de innovación que deseaban trabajar, obteniendo 60 grupos, cada uno con un prototipo funcional, distribuidos en las siguientes categorías: 8 Agroindustria y food service, 7 APPS y Desarrollo de Software, 8 Biotecnología, 14 Energías para el futuro, 9 de innovación social, 7 de nuevos materiales para la construcción, y 7 de Robótica. Las líneas fueron establecidas y estructuradas a partir de las apuestas productivas identificadas por la Comisión Regional de Sucre. Las técnicas de creatividad usadas por cada línea se muestran en la tabla 6, y las técnicas de prototipado por línea de desarrollo se muestran en la tabla 7.

**Tabla 6. Técnicas de creatividad por línea de desarrollo**

LÍNEA		BIO	IIUV	INN	PHI	LA	EMP	BN	SIL	T365
AGROINDUSTRIA	No	0	1	3	1	3	2	0	1	0
	%	0%	13%	38%	13%	38%	25%	0%	13%	0%
BIOTECNOLOGIA	No	5	1	1	0	2	0	2	1	1
	%	63%	13%	13%	0%	25%	0%	25%	13%	13%
ROBOTICA	No	2	0	3	2	2	0	1	0	0
	%	29%	0%	43%	29%	29%	0%	14%	0%	0%
NUEVOS MATERIALES	No	1	3	0	2	1	1	0	1	0
	%	14%	43%	0%	29%	14%	14%	0%	14%	0%
ENERGIAS PARA EL FUTURO	No	4	4	3	3	2	0	4	1	1
	%	29%	29%	21%	21%	14%	0%	29%	7%	7%
TIC- APPs	No	0	3	2	2	1	1	0	1	1
	%	0%	43%	29%	29%	14%	14%	0%	14%	14%
INNOVACIÓN SOCIAL	No	3	2	2	2	0	6	0	1	0
	%	33%	22%	22%	22%	0%	67%	0%	11%	11%

Fuente: elaboración propia

**Tabla 7. Técnicas de prototipado por línea de desarrollo**

LÍNEA	SCAMPER		QFD		DESING THINKING		TRIZ		MET. AGIL	
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
AGROINDUSTRIA	3	38%	2	25%	2	25%	5	63%	0	0%
BIOTECNOLOGIA	6	75%	4	50%	1	13%	4	50%	0	0%
ROBOTICA	1	13%	1	14%	3	43%	4	57%	0	0%
NUEVOS MATERIALES	0	0%	3	43%	1	14%	4	57%	0	0%
ENERGIAS PARA EL FUTURO	5	63%	2	14%	7	50%	4	29%	2	14%
ELECTRONICA Y APPs	3	25%	1	14%	2	29%	0	0%	4	57%
INNOVACIÓN SOCIAL	0	0%	0	0%	7	78%	1	11%	4	44%
% PROMEDIO		32%		23%		37%		38%		18%

Fuente: elaboración propia

En la línea de agroindustria las técnicas más usadas fueron la lista de atributos e *Innsigth*, debido, principalmente, a que los grupos que trabajaron esta línea por lo general hicieron una analogía con productos que ya están en el mercado y estas dos técnicas son propicias para este propósito. De igual manera, estas fueron acompañadas por técnicas grupales masivas pero no hubo una preferencia entre ellas, debido a que lluvia de ideas, Sil y Phillip 66, tuvieron igual porcentaje de utilización. Así mismo, se utilizó SCAMPER, en especial por aquellos grupos que no utilizaron *Innsigth*. La técnica de apoyo al prototipado más utilizada fue TRIZ, debido a la información precisa que aporta en función de los parámetros de diseño de productos.

La Técnica de creatividad más usada en la línea de biotecnología fue Bionica, debido principalmente a la cercanía al área de las biología de los docentes acompañantes. A diferencia de Agroindustria estos grupos no usaron en gran medida la técnica *Innsigth* pero si Scamper, que funciona de manera similar pero con menos pasos y que genera aspectos relevantes de diseño de productos para el mercado. La técnica de ayuda al prototipado más usada fue QFD, debido principalmente a que además de las especificaciones técnicas, los grupos de esta línea se interesaron por la competencia de mercado que podría tener su producto, con lo cual esta técnica ofrece ventajas sobre TRIZ.

En la línea de robótica la técnica de creatividad utilizada en mayor proporción fue *Innsigth* debido a la posibilidad que ofrece de hacer análisis tendientes a Graficar; Hibernar y Trasformar, que son útiles para el desarrollo de prototipos robóticos, puesto que estos grupos se interesan más por los aspectos técnicos que por los aspectos de mercado. En este sentido, la técnica más utilizada fue TRIZ, debido a su alta riqueza técnica suministrada por sus 40 principios inventivos y sus 39 parámetros de diseño.

En la línea de Nuevas energías alternativas predominaron las técnicas grupales masivas. Es así como técnicas que no tuvieron buena participación en otras líneas como Block de Notas, tienen una alta participación (29%) en esta línea. Asimismo, se destacaron técnicas como lluvia de ideas (29%), y Phillip (21%). En esta línea, los grupos utilizaron la técnica Biónica en buena proporción, debido a la necesidad de obtener nuevas funciones a sus prototipos. Cabe destacar que la democratización de las técnicas grupales conllevó la realización de prototipos de gran interacción con usuarios en comunidad, lo que permitió que la técnica de prototipado más usada fue *Design Thinking*.

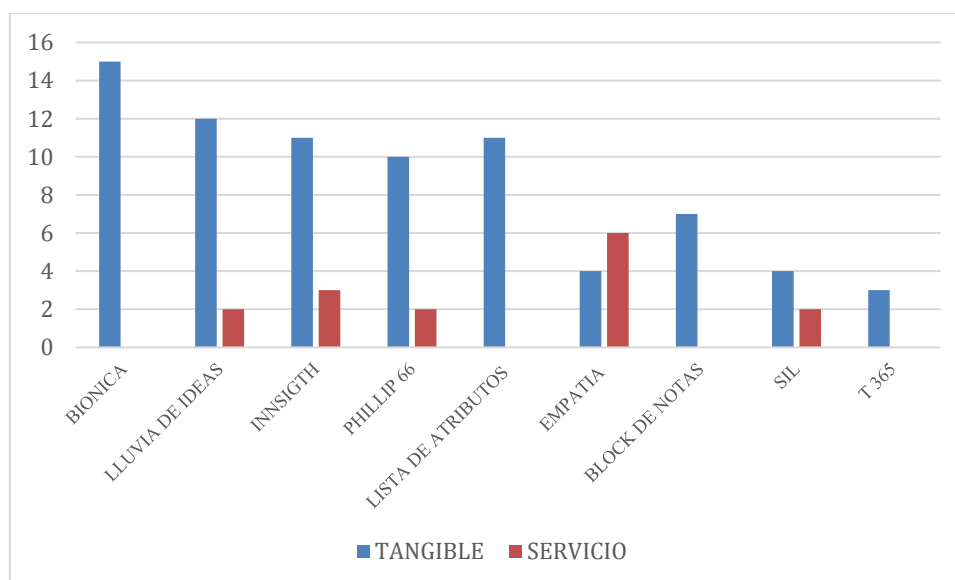
En la línea de Apps predominaron las técnicas grupales como lluvia de ideas y Phillips sobre las técnicas de creativas para identificación y caracterización, principalmente por que en estos prototipos no se tienen hacer analogías con productos existentes, más bien buscar resolver principalmente problemas relacionados con servicios; más bien se quiere generar una gran cantidad de ideas que permitan priorizar problemas y establecer alternativas de solución innovadora. La metodología ágil que está especializada para el desarrollo de software fue la preferida por estos grupos, pero en una proporción importante fue acompañada con *Design Thinking*.

Finalmente en la línea de innovación social a técnica más utilizada fue empatía, aunque las demás técnicas tuvieron una utilización importante debido a la complejidad de las problemáticas sociales y lo ecléctico que pueden resultar sus soluciones. La técnica más utilizada fue *Design Thinking*, por su cercanía al receptor final de la innovación y también tuvo una buena participación la Metodología Ágil, debido a que muchas de las soluciones implicaron el soporte en TIC.

### Técnicas utilizadas por tipos de innovación: Tangible e intangible

Para el análisis de este punto se separaron los 60 prototipos en aquellos tangibles (45) e intangibles o de servicios (15). Las técnicas utilizadas en los prototipos tangibles se muestran en la figura 1.

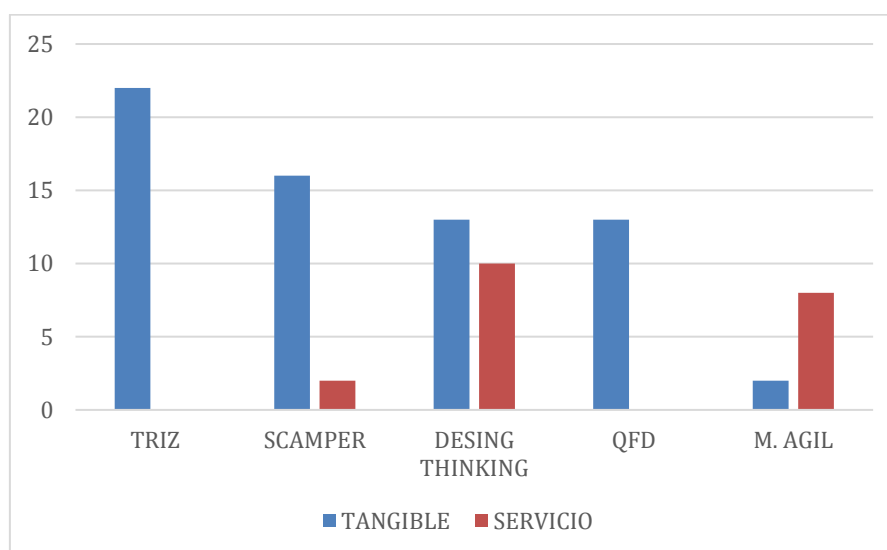
Figura 1. Técnicas de creatividad utilizadas en prototipos tangibles



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 1, la técnica de creatividad más usada en prototipos tangibles es la Biónica, que al igual que la lista de atributos solo se utiliza en este tipo de prototipos. Esto se debe a que estas ideas están basadas en la identificación y generación de características transmitibles a un producto tangible. La única técnica que se utiliza en mayor proporción en servicios es la empatía debido a las características que conllevan a vivir las experiencias de aquellos usuarios de esos servicios intangible, pero también muestra su maleabilidad al utilizarse en un número considerable de grupos que desarrollaron prototipos tangibles.

También se observa una aplicación masiva de técnicas de creatividad masiva como Lluvia de ideas, Sil Method, Phillip 66, en todo tipo de prototipo puesto permite la participación de muchos estudiantes, democratizando la participación de generación y selección de ideas con potencial innovador. La figura 2. Muestra el comportamiento de la utilización de técnicas para el apoyo al prototipado.

**Figura 2. Técnicas por tipo de prototipo**

Fuente: Elaboración propia

Las técnicas más utilizadas en la fase de prototipado de tangibles fueron en su orden TRIZ, SCAMPER, QFD y en menor medida *Design Thinking*. Tanto TRIZ como QFD son técnicas robustas que le generaron a los grupos mayor riqueza técnica por sus propias características. Es así como TRIZ permite enmarcar la necesidad/ oportunidad como sistema, estableciendo las funciones útiles que desempeñen las tareas fundamentales del mismo y funciones perjudiciales con el ideal de ser erradicadas (Savransky, 2000), mientras que QFD permite incrementar y traducir la voz del cliente al lenguaje de determinantes, parámetros y requerimientos de diseño para así poder desplegarse a través de la planeación, manufactura, ensamble y servicio como lo establece Aguilar, León, & Valencia (2013)

Las técnicas creativas más usadas y que derivaron en ideas con potencial innovador relacionadas con servicios, fueron el *Desing Thinking* y la metodología ágil. Esto porque el *Desing Thinking* permite generar una mayor aceptación del receptor final del producto o prototipo debido a que se involucra de manera empática con él a través de sus cinco momentos; en este sentido se observa que los grupos que utilizaron esta herramienta, por lo general utilizaron como etapa previa la técnica creativa de empatía. La metodología ágil permitió el desarrollo de aquellas ideas con potencial innovador que implican la estructuración a través de una herramienta TIC, pues esta metodología permite desarrollar softwares basados en el desarrollo iterativo e incremental, donde los requerimientos y soluciones evolucionan mediante la colaboración de grupos auto organizados y multidisciplinares.

## Conclusiones

Existe un número considerable de técnicas de creatividad y prototipado, de las cuales se seleccionaron 16 que se clasificaron en técnicas creativas de desarrollo en grupos grandes de colaboración, técnicas creativas para identificación y caracterización y técnicas de ayuda al diseño y elaboración de prototipo; las cuales fueron usadas diferencialmente por los grupos de innovación objeto de estudio, dependiendo del modelo análogo de gestión de la innovación, línea de desarrollo o tipología de prototipo.

En general se observa que las técnicas masivas como lluvias de ideas o Phillips 66 se utilizan en gran medida, dado su poder de participación. Las técnicas de prototipado más utilizadas fueron TRIZ y QFD para prototipos tangibles y *Desing Thinking* y Metodología ágil para prototipos de servicios.

No obstante, los resultados pueden variar dependiendo del contexto y las características de la aplicación de la estrategia de fomento a la cultura de I+D+i, en términos de:

- Las técnicas de creatividad utilizadas
- Los criterios de selección aplicados a las técnicas de creatividad
- Las líneas de desarrollo
- La cantidad, tipo y calidad de la información disponible

### Referencias bibliográficas

- Aguilar, J., León, A., & Valencia, A. (2013). An interdisciplinary method for the analysis of support products for disabled people with the synergic use of quality function deployment and analytical hierarchy process. *Ingeniería Y Universidad Y Universidad*, 17(1), 225–241.
- Fischer, S., Oget, D., & Cavallucci, D. (2016). The evaluation of creativity from the perspective of subject matter and training in higher education: Issues, constraints and limitations. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.10.002>
- Fundación Neuronilla para la Creatividad e Innovación. (2011). Técnicas de Creatividad para la Innovación. Retrieved August 6, 2016, from <http://www.neuronilla.com/desarrolla-tu-creatividad/tecnicas-de-creatividad.html>
- Michelacci, C. (2003). Low Returns in R & D Due To the Lack of Entrepreneurial Skills \*. *The Economic Journal*, 113(1990), 207–225.
- Ministerio De Economía Fomento y Turismo. (2015). *Pilotos para la incorporación de habilidades de innovación y emprendimiento en el sistema escolar*. Santiago de Chile.
- Naranjo-Valencia, J. C., Jiménez-Jiménez, D., & Sanz-Valle, R. (2015). Studying the links between organizational culture, innovation, and performance in Spanish companies. *Revista Latinoamericana de Psicología*. <https://doi.org/10.1016/j.rlp.2015.09.009>
- Pérez, C. (2009). La otra globalización : Los retos del colapso financiero. *Problemas Del Desarrollo Revista Latinomaeicana de Economía*, 40, 12–37.
- Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation Process. *International Marketing Review*, 11(1), 7–31. <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
- Savransky, S. D. (2000). *Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*. CRC Press.
- Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- Schumpeter, J. A. (1950). The march into socialism. *The American Economic Review*, 40(2), 446–456.
- Ugalde Albístegui, M., & Zurbano Bolinaga, V. (2009). Creatividad e innovación: Nuevas ideas, viejos principios. *Dyna*, 84(2), 127–132.

- Vergara, E., Néjera, P., & Otaño, L. (2012). Fundamentos teóricos, desarrollo de una nueva metodología para la Innovación y aplicaciones a la dirección de proyectos : exploración preliminar. In *XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos* (pp. 11–13). Valencia.
- Verheul, I., Wennekers, S., Audretsch, D., & Thurik, R. (2001). *An eclectic theory of entrepreneurship: policies, institutions and culture*. *Erasmus*. [https://doi.org/10.1007/0-306-47556-1\\_2](https://doi.org/10.1007/0-306-47556-1_2)