

CREATIVIDAD E INNOVACIÓN

Ing. Eduardo Cieza De León Tuesta

Un análisis etimológico del término “creatividad” nos indica que se deriva del latín “creare” y se relaciona con la voz latina “creceré” (crecer).

El entorno lingüístico en que aparece el concepto lo vemos en el Génesis del Antiguo Testamento donde leemos que Dios creó el cielo y la tierra de la nada (San Agustín, *De civ, dei*, 22,14: ‘qui creavit concta de nihilo’).

Creatividad significa pues, etimológicamente, “crear de la nada” .

La creatividad se ha concebido desde muchas perspectivas a través de la historia y el interés por comprender la naturaleza de la creatividad ha ido ganando terreno.

Algunos investigadores han centrado su atención en el estudio de los procesos psicológicos o cognitivos que realiza la persona creativa, mientras que otros han analizado la creatividad desde una óptica eminentemente filosófica. En términos generales, podemos decir que algunos autores han definido la creatividad en términos de “producto”; otros, se han enfocado a estudiar y analizar el “proceso” o “acto” creativo; mientras que otros más, se han ocupado en definir el perfil de la “persona” creativa.

Al respecto, uno de los enfoques que mayor aceptación ha tenido actualmente es el cognoscitivista. De acuerdo con esta perspectiva, la creatividad está fuertemente ligada a diversos tipos de pensamiento.

TEORÍAS SOBRE LA CREATIVIDAD

Pero, ¿Qué es ser creativo?, he aquí una de las tantas definiciones:

“Capacidad para encontrar relaciones entre experiencias antes no relacionadas, y que se dan

en la forma de nuevos esquemas mentales, como experiencias, ideas o productos nuevos”

Según Maslow, la persona creativa suele tener una alta curiosidad intelectual, y una gran amplitud de intereses y amplia información que pueden combinar, elegir y extrapolar para resolver problemas.

La creatividad implica la posibilidad de autorrealizarse, la posibilidad de encauzar la destructividad hacia un fin constructivo (Fromm), y la posibilidad de salvarse de la neurosis (J. Moreno).

TEORÍA DE J. GUILFORD

J.Guilford considera que existen dos estilos de pensamiento: convergente y divergente. El pensamiento convergente es el que permite llegar a conclusiones lógicas, mientras que el pensamiento divergente está más relacionado con la creatividad. De acuerdo a sus investigaciones, establece las siguientes características de la producción creativa:

- **FLUIDEZ**
Que es la capacidad para generar ideas y puede evaluarse por la cantidad de ideas generadas en la solución de un problema.
- **FLEXIBILIDAD**
Que es la habilidad para generar diversidad entre las ideas y puede evaluarse por la diferencia cualitativa entre las ideas.
- **ORIGINALIDAD**
Relacionada con la generación de respuestas únicas y nuevas, no convencionales.
- **ELABORACIÓN**
Ligada a la habilidad de percibir deficiencias, generar ideas y redefinirlas para obtener nuevas versiones mejoradas.

Los estudios de Helmholtz y Poincaré, se centraron en la creatividad científica ; por otro lado Edward De Bono expone que la función lógica de la mente es tremendamente eficaz para desarrollar las ideas, *una vez que han sido producidas*, pero no tanto para generarlas.

La generación corresponde al pensamiento divergente (o pensamiento lateral, frase acuñada por De Bono), entendiéndose este como la exploración intencionada en las direcciones menos probables, aunque transgreda los principios lógicos.

El pensamiento tradicional refina modelos y comprueba su validez, pero ello no es suficiente para optimizar el uso de los mismos con nueva información.

Para ello es preciso crear nuevos modelos escapando a la influencia monopolizadora de los ya existentes.

Y así, mientras la función del pensamiento lógico tradicional es el inicio y desarrollo de modelos y conceptos, la función de lo que él llama pensamiento lateral es la reestructuración de esos modelos y la creación de otros nuevos.

El pensamiento lógico y el lateral son complementarios.

El pensamiento lateral cubre una variedad de métodos , incluidas provocaciones que nos llevan fuera de nuestra línea cotidiana de pensamiento.

El pensamiento lateral se consigue cortando al través patrones en un sistema auto-organizado y que tiene que ver con la percepción.

Pensamiento lógico	Pensamiento lateral
<ul style="list-style-type: none"> • Elige • Busca lo correcto. • Se concentra en lo esencial. • Busca las direcciones probables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambia • Busca lo diferente. • Da saltos deliberados. • Aprovecha las injerencias casuales. • Explora las direcciones poco probables.

En general, cabe suponer que las diferentes propuestas para estimular el pensamiento creativo surgen con el fin de que las personas puedan acceder a una capacidad que, como la creatividad, es por un lado altamente valorada, pero por el otro, paradójicamente, no es estimulada por la educación tradicional ya que nuestra cultura privilegia el razonamiento lógico.

David Fischman, en su artículo “La Sociedad del Hemisferio Izquierdo” del diario “El Comercio” (1996) sostiene que:

“... En muchos centros educativos se utilizan metodologías rígidas que limitan la creatividad. Existe poca experimentación y mucha teoría, más memorización y menos cuestionamiento. Se da valor a los esquemas predefinidos y se minimiza la exploración y el descubrimiento. Lo mismo ocurre en la mayoría de universidades, que refuerzan el desbalance cerebral, en contenido y metodología, creado en el período escolar.”

INNOVACIÓN, Llevando las ideas a la acción.

Algunas definiciones sobre innovación nos dicen que innovación ...es creatividad aplicada.

Una forma de ordenar este cuadro, que se acerca bastante a criterios de común aceptación, es la siguiente:

Creatividad, es la actitud o la capacidad de las personas y los grupos para formar combinaciones, para relacionar o reestructurar elementos de su realidad, logrando productos, ideas o resultados a la vez originales y relevantes.

Innovación, por su parte, es una realización efectiva que produce un cambio en un sistema, con el propósito de mejorar y perfeccionar algún aspecto de su estructura, contenido o funcionamiento. Se trata de un cambio definido como positivo y ejecutado conscientemente. El proceso creativo conduce siempre a algún tipo de resultado, ya sea un objeto o una idea.

Una proposición sigue siendo creativa, aún cuando no llegue jamás a ejecutarse. La variedad de resultados creativos posibles es muy amplia, puede ir desde un concepto, la definición de un problema, un método, hasta un objeto material como una tecnología. La innovación es ante todo un cambio positivo, un cambio deliberado y un cambio efectivo.

En una palabra, innovar es cambiar algo para que responda mejor a necesidades definidas, para que refleje en mayor medida determinadas aspiraciones, para que aporte más satisfacción.

En un mundo competitivo como el actual, la necesidad de buscar nuevas ideas, de hacer algo distinto, de diferenciarse de nuestros competidores, se ha convertido en esencial.

Este tema ha sido muy bien tratado por Michael Porter en su libro *Estrategia competitiva*. El empresario innovador busca esta diferenciación, y no sólo en los productos que vende o en los servicios que presta, sino también en las tareas, en la forma como encara los proyectos, etc.

Adoptar la innovación como premisa básica de administración implica convertirla en algo sistemático. Según Peter Drucker la innovación sistemática consiste en:

1. La búsqueda organizada de cambios con un objetivo determinado, y
2. El análisis de las oportunidades que ellos pueden ofrecer para la innovación social o económica.

Para que la innovación arraigue en una empresa es necesario desarrollar una actitud innovadora. Para ello es preciso:

1. Fomentar / incrementar la creatividad.
2. Medir adecuadamente los riesgos, pero ser arriesgados a la vez.
3. Tolerar los errores, reflexionar y aprender de ellos.

Por lo que se considera que existen 2 tipos de bloqueos que destruir:

1.- Bloqueos emocionales

- La impaciencia.
- Miedo al fracaso.
- Falta de motivación.
- Falta de habilidad para distinguir la fantasía de la realidad.
- Percepción estereotipada: ver lo que se espera ver.
- Rechazo al uso de ciertos sentidos.

2.- Bloqueos racionales

- Tendencia a emitir juicios apresurados.
- No aceptar la ambigüedad.
- Excesiva focalización del problema.
- Dificultad en la visión multifacética de un problema.

En el siglo XV el italiano Francesco di Giorgio Martini inventó un vehículo que avanzaba sobre ruedas sin animal de tiro. Un conjunto de cuatro sistemas de engranajes accionados a mano hacía girar las ruedas. Su originalidad radica en ofrecer el primer ejemplo de un vehículo no movido por tracción directa de un animal.

Es sin duda el antepasado del automóvil, pero no llegó a construirse. Mucho tiempo después, en 1862, el francés Beau de Rochas inventó el ciclo de cuatro tiempos que caracteriza el motor a combustión interna, pero tampoco materializó su idea.

Fue el alemán Nicolás Otto quien tiene el mérito de hacer funcionar por primera vez un motor siguiendo este ciclo. Nadie puede dudar que en los dos primeros casos encontramos notables ejemplos de creatividad, aunque no concluyeran en resultado tangible.

La capacidad demostrada para escapar de estructuras bien establecidas y pensar en términos distintos es meritorio, y cae dentro del universo de la creatividad.

INVENTIVA Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Se explicó que en el pensamiento convergente el razonamiento discurre por unos caminos ya establecidos por nuestro cerebro y por ende es difícil que surjan ideas o soluciones novedosas.

Así pues, para la invención a partir de una necesidad o para resolución de un problema, generalmente se aplica el conocimiento que se domina.

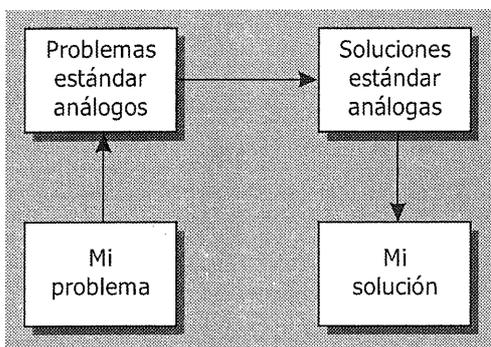
Si la solución ideal al problema cae fuera del dominio del saber o experiencia propios, resulta muy difícil dar con ella.

TEORÍA PARA LA INVENCION SISTEMÁTICA Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS TÉCNICOS.

TRIZ – Teoría de la Solución de Problemas Inventivos

En el proceso de innovación se encuentran dos tipos de problemas: Aquellos para los cuales se conoce la *solución* y otros con soluciones *desconocidas*.

Los primeros, generalmente, se pueden resolver con “plantilla”, es decir, de la misma



manera que se resolvieron anteriormente, buscando analogías con problemas similares o con información que está disponible en revistas, libros y en los cuales pueden ayudar los expertos. Se trata de presentar nuevas alternativas de mirar

el problema y vencer el temor a equivocarse o a no encontrar una solución.

Para el segundo tipo de problemas no hay soluciones conocidas y por lo tanto se consideran problemas de inventiva.

En la antigüedad, el científico egipcio Papp sugirió la aproximación heurística para resolver tales problemas, por medio de la relación entre las diferentes actividades de la mente para generar ideas.

Para ello, se emplean técnicas como la tormenta de ideas, tanteo y error y las mencionadas anteriormente, que caen dentro del campo de la psicología.

Sin embargo, cuando la solución está por fuera del campo de conocimientos de la persona o del grupo que intenta presentar soluciones, las ideas que se presentan, a menudo, no consideran otras tecnologías alternativas para desarrollar nuevos conceptos.

En vista de esta situación, el científico Genrich S. Altshuller hace cincuenta años se propuso desarrollar una técnica, que no se fundamenta en la psicología, sino en la tecnología (Altshuller, 1994).

Dentro de su experiencia como inventor se le ocurrió que debería existir una teoría para la invención que fuera:

1. Un procedimiento sistemático, paso a paso.
2. Una guía, a través de una amplia gama de conocimientos, para orientar hacia la solución ideal.
3. Repetible y confiable y que no dependiera de técnicas psicológicas.
4. Capaz de acceder al cuerpo de conocimientos inventivos.
5. Capaz de agregar al cuerpo de conocimientos inventivos.
6. Suficientemente familiar a los inventores para seguir la aproximación general de buscar la solución de problemas análogos.

Para ello inició cerca de un millón y medio de patentes para identificar en ellas los principios inventivos empleados, con la definición de problema de inventiva como aquél cuya solución hace que aparezca otro problema, por ejemplo, al aumentar la resistencia de una viga hace que su peso aumente.

Únicamente encontró unas 40.000 patentes que son realmente soluciones inventivas, las otras se refieren a mejoras o a desarrollos de ideas conocidas previamente, las cuales clasificó según el proceso de solución del problema sin considerar el área del conocimiento al cual se refiere éste.

NIVEL	GRADO NOVEDAD	Nº PATENTES	FUENTE DE CONOCIMIENTO
1	Solución aparente	32 %	Conocimiento personal
2	Mejora moderada	45%	Conocimiento dentro de la empresa
3	Mejora importante	18%	Conocimiento dentro del sector
4	Concepto nuevo	4%	Conocimiento fuera del sector
5	Descubrimiento	1%	Todo el conocimiento

Por este método logró diseñar la Teoría de la Solución de Problemas de Inventiva (TRIZ-Teoría Rezhenia Izobretatelskij Zadach), la cual ha sido ampliada por los norteamericanos, a la forma de Algoritmos para la Solución de Problemas de Inventiva (ARIZ) (Kowalick, 1997).

La gran contribución de Altshuller, que sirve de fundamento para TRIZ y ARIZ, es la regla universal simple:

“Todas las funciones pueden descomponerse en tres elementos básicos : dos sustancias y un campo”.

- La “sustancia” se define como algo, que puede ser una cosa o una entidad, por ejemplo: un edificio o el planeta tierra, pero también puede ser un camión, una molécula de agua o un rayo de luz.
- Un “campo” se define como una fuente o tipo de energía, tal como eléctrica, química, nuclear, mecánica o acústica y también puede ser la energía rotacional, hidráulica o neumática. Por ejemplo, en el caso de la “función” limpieza de los dientes “el cepi-

llo ..limpia...los dientes”, “cepillo” y “dientes” son las dos sustancias mientras que “limpia” es el campo. De esta manera combinando apropiadamente dos sustancias y un campo se pueden crear las funciones de los nuevos productos.

A partir de este modelo, Altshuller y sus asociados analizaron la colección de patentes y las clasificaron en varias docenas de “soluciones estándar”.

Además lograron formular las ocho leyes para la evolución de los sistemas técnicos o tecnológicos que se analizan desde el punto de vista de la ingeniería:

LEYES ESTÁTICAS

1. UNIÓN COMPLEMENTARIA DE LAS PARTES DE UN SISTEMA.

Todo sistema técnico es el resultado de la combinación de cuatro partes básicas que son esenciales para que funcione: una máquina, o sea una fuente de energía; un órgano de trabajo que realice la función del sistema; una transmisión que conduzca la

energía de la máquina al órgano de trabajo y un órgano de control del sistema.

2. CONDUCTIVIDAD DE ENERGÍA EN UN SISTEMA.

Los sistemas tecnológicos evolucionan cuando mejora la eficiencia en la transmisión de energía de la máquina al órgano de trabajo y al órgano de control.

Esta transferencia puede ocurrir a través de una sustancia (eje, engranes, palanca, etc.); a través de un campo (gravitacional, magnético, térmico, etc.); o a través de un campo - sustancia (flujo de aire con partículas cargadas, fluido magnético, etc.).

3. ARMONIZACIÓN DE LOS RITMOS DE LAS PARTES SISTEMA.

Para que un sistema funcione bien es condición esencial que exista armonía en la operación entre las partes del sistema y sus componentes. Esta armonía incluye en los tiempos, las varias frecuencias en el sistema, las vibraciones y en los ritmos del sistema.

Un sistema evoluciona hacia el incremento de la armonía de los ritmos y las frecuencias naturales de sus partes.

LEYES CINEMÁTICAS

4. INCREMENTO DE LA IDEALIDAD.

Todos los sistemas tecnológicos evolucionan en la dirección de aumentar su grado de idealidad. Entre menor sea el costo de funcionamiento de un sistema, mayor es su idealidad.

$$\text{Ideality} = \frac{\sum U_i}{\sum H_j}$$

El sistema ideal no requiere consumo de energía para su operación. Ésta se define como el cociente de la suma de los efectos útiles del sistema (U_i) dividido entre la suma de sus efectos perjudiciales (H_j).

5. DESARROLLO DISPAREJO DE LAS PARTES.

Al analizar los sistemas tecnológicos se observa que sus cuatro componentes básicos (Ley 1ª.) no están desarrollados por igual y por ello surgen algunas complicaciones porque seguramente existen contradicciones físicas y técnicas. Así es, que al resolver estas dificultades se presentan oportunidades para innovaciones y de mercado.

6. TRANSICIÓN A UN SUPERSISTEMA.

Después de que un sistema ha alcanzado el límite de su propio desarrollo, puede continuar creciendo hasta llegar a un supersistema más general, elevándose así a un nuevo nivel en el cual se presentan nuevas oportunidades para la innovación.

LEYES DINÁMICAS

7. TRANSICIÓN DEL MACRONIVEL AL MICRONIVEL.

Esta ley refleja la tendencia de la evolución de los sistemas tecnológicos hacia la miniaturización de los componentes del sistema, tal como en la microelectrónica, los micro-instrumentos y los microvehículos.

8. INCREMENTO DEL DINAMISMO.

Esta ley indica la tendencia de la tecnología moderna a evolucionar desde estructuras rígidas, en las cuales sus partes están fijas, a estructuras más adaptables y flexibles, en las que sus partes se vuelven móviles o ajustables.

CONFLICTOS Y CONTRADICCIONES.

Con estas leyes y el análisis de los conflictos y contradicciones que se presentan en los sistemas tecnológicos, se pueden lograr ideas creativas para resolver problemas y para generar nuevos productos y servicios.

Hay tres niveles de conflictos y contradicciones: administrativos, técnicos y físicos.

1. LOS CONFLICTOS ADMINISTRATIVOS

Los conflictos administrativos son los que se presentan en la descripción general de los sistemas y no son de carácter técnico. Generalmente se relacionan con costos, tiempos de producción y entrega, administración del personal y similares; para resolverlos se pueden emplear técnicas de carácter psicológico como las propuestas por De Bono, VanGundy y otros.

2. LOS CONFLICTOS TÉCNICOS

Estos aparecen cuando al tratar de mejorar una característica del sistema se perjudica otra de las características del mismo sistema. Un conflicto técnico con frecuencia está relacionado con dos características del sistema: por ejemplo, si aumento el tamaño de una ventana, aumenta el peso del vidrio.

3. CONTRADICCIONES FÍSICAS

Estas contradicciones son las causas de los conflictos técnicos. Aparece una contradicción física cuando se hacen exigencias contradictorias sobre un elemento o un objeto del sistema tecnológico.

Por ejemplo, en el diseño de las latas para envasar cerveza se requiere que las paredes del recipiente sean gruesas y delgadas a la vez: *gruesas* para soportar el peso de otras durante el almacenamiento y para soportar la presión interior, y *delgadas* para disminuir su peso.

El desafío del nuevo diseño es eliminar la contradicción física.

Cuando se opera sobre tales sistemas, es normal buscar un punto intermedio entre las contradicciones, cediendo parte de las características de cada uno para llegar a un acuerdo intermedio, el cual no se considera una solución con TRIZ.

En este tratamiento se trata de eliminar la contradicción moviendo ambos parámetros en una dirección favorable.

LA MATRIZ DE CONTRADICCIONES TÉCNICAS Y LOS PRINCIPIOS DE INVENTIVA

Altshuller y sus asociados descubrieron que hay 39 “características estándar” que los ingenieros y técnicos emplean para describir los sistemas tecnológicos.

Del análisis de miles de patentes también identificaron 40 Principios Inventivos que pueden contribuir a resolver los 1521 conflictos técnicos posibles (39 x 39). Es decir, para cada conflicto entre dos características estándar, hay uno o más principios inventivos que sirven para estimular la mente creativa del inventor, o del innovador para generar ideas que conduzcan a las soluciones.

Cuando se usa la teoría TRIZ para la innovación se hace uso de las leyes, de la matriz de contradicciones y de otras herramientas que hay disponibles para la innovación sistemática. Por medio de esta teoría es posible orientar la mente directamente hacia la solución de problemas tecnológicos, sin tener que recurrir a estrategias creativas puramente psicológicas.

CONCLUSIÓN

La habilidad de las empresas está en combinar adecuadamente las tecnologías que están surgiendo, con los mercados que también están comenzando a aparecer.

Este es un proceso que evoluciona en paralelo y, sin lugar a dudas, no es fácil. Para lograrlo es necesario escapar de la tiranía de los mercados satisfechos y comenzar a explorar nuevos productos y servicios, con las competencias y habilidades adquiridas: nuevas funciones para productos conocidos, nuevas formas para desarrollar funciones bien conocidas y nuevas funciones por medio de nuevos conceptos de productos y servicios.

Para mantenerse en la primera línea de la industria hay que desafiar las suposiciones tradicionales, especialmente la relación precio / funcionamiento.

Para que algo funcione bien, no necesariamente tiene que ser costoso.

En su propósito de desarrollar innovaciones, las empresas deben estar siempre en el plan de salirle adelante a los deseos y necesidades de sus clientes.

REFERENCIAS

- Altshuller, Genrich S. And Suddenly The Inventor Appeared, Traduc. al inglés por Lev Shulyak. Worcester, MA: Technical Innovation C.1994.
 - De Bono, Edward. Pensamiento Lateral: Manual De Creatividad. Barcelona: Paidós, 1991.
 - De Bono, Edward. Pensamiento Creativo: El Poder del Pensamiento Lateral. Buenos Aires: Paidós,1994.
 - Devia, J. E. «Creatividad e innovación en la Administración». Revista Universidad EAFIT. Vol. 82, 1990, pp. 58-67.
 - Business Review, July-August 1991, pp. 81-92.
 - Kowalick, J. Secrets of Invention. En: The TRIZ-Journal.
 - [Http://www.triz-journal.com](http://www.triz-journal.com), 1997.
 - Devia, J.E. Revista Universidad EAFIT. P.- Innovar o Perecer-El Gran Dilema de Nuestras Empresas.
-