

APRENDIZAJE ACTIVO E INNOVACIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

ACTIVE LEARNING AND INNOVATION IN ENGINEERING STUDENTS

PhD. Claudia Marcela Durán Chinchilla*, MSc. Alveiro Alonso Rosado Gómez**

* **Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña**, Facultad de Educación Artes y Humanidades, Grupo de Investigación de la Facultad de Educación Artes y Humanidades (GIFEAH).

Casa 50 Jardín de la Rosa, Ocaña, Norte de Santander, Colombia.

+573168658178.

E-mail: cmduranc@ufpso.edu.co.

** **Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña**, Facultad de Ingenierías, grupo de investigación en desarrollo tecnológico en ingeniería (GITYD).

Carrera 26 # 4-41 Marabel, Ocaña, Norte de Santander, Ocaña, Norte de Santander, Colombia.

+573153190561.

E-mail: aarosadog@ufpso.edu.co.

Resumen: En este mundo versátil y de constantes cambios tecnológicos, las empresas, instituciones y el mercado en general, exige en los profesionales actitudes creativas e innovadoras que permitan potenciar el desarrollo de las mismas; en tal sentido, las universidades deben estar en sintonía con esas necesidades y requerimientos, por lo cual, los programas académicos deben hacer uso de metodologías que impulsen y desarrollen habilidades innovadoras, en especial y en este caso nos referimos a los programas de ingeniería, las cuales requieren nuevas formas, nuevas didácticas y metodologías de enseñanza – aprendizaje que preparen a los profesionales para enfrentarse a la sociedad actual. En tal sentido, en este trabajo se realiza una revisión de aquellas experiencias significativas implementadas y con resultado positivo en los programas de ingeniería del país.

Palabras clave: Aprendizaje Activo, Creatividad, Ingeniería, Innovación.

Abstract: In this versatile world and of constant technological changes, companies, institutions and the market in general, demands in the professionals creative and innovative attitudes that allow to enhance their development; in that sense, universities must be in tune with those needs and requirements, therefore, academic programs must use methodologies that promote and develop innovative skills, especially and in this case we refer to engineering programs, which require new forms, new didactics and teaching-learning methodologies that prepare professionals to face today's society. In this sense, in this work a review of those significant experiences implemented and with a positive result in the country's engineering programs is carried out.

Keywords: Active Learning, Creativity, Engineering, Innovation.

1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería es la disciplina que aplica conocimientos técnicos y científicos y que además hace uso de las leyes naturales y los recursos físicos con el propósito de diseñar e implementar materiales, métodos, dispositivos, estructuras, máquinas, sistemas y procesos para conseguir objetivos y metas requeridas y que cumplan con los criterios definidos y especificados (Serna, 2009); (L Tangarife et al., 2017).

También es definida como el conjunto de conocimientos empíricos, teóricos que son aplicados de forma coherente y disciplinar con el fin de definir, utilizar o transformar los materiales, objetos, sistemas o recursos naturales para construir, diseñar y dar servicios con propósitos sociales (Poveda, 2001); (EJ Santiago, JS Allende, 2017). (T Velásquez, E Espinel & G Guerrero, 2016).

Son varias las definiciones de ingeniería y que algunas veces ha sido confundido con el científico, en tal caso, Von (2001) indica que el científico se basa en postulados ya existentes, mientras que el ingeniero tiene la capacidad de crear nuevos conceptos, lo cual quiere decir que los dos términos, aunque pueden relacionarse, no son lo mismo; (J Pérez, J Castro, 2018).

Históricamente la ingeniería, ha ido evolucionando y se ha desarrollado como una forma práctica y profesional de crear herramientas útiles para el uso la humanidad, en tal sentido, se puede decir que la ingeniería nace desde el momento mismo que aparece la civilización ya que el hombre primitivo trataba de solucionar y satisfacer las necesidades de la sociedad con el uso de los recursos naturales que se poseían a mano, para ello buscaba distintos medios que facilitaran el trabajo, lo cual los llevo al diseño de instrumentos y herramientas que en su momento fueron rudimentarias y que poco a poco fueron mejoradas de acuerdo a las necesidades de la sociedad y la comunidad (Shelton, 1990); (J Plaza, M Núñez, 2017); (L Fernández, L Mesa & W Pérez, 2017).

Es indiscutible que el ascenso económico de las comunidades está sujeto a las riquezas naturales y a los medios utilizados para aprovechar las mismas, para lo cual se requiere de herramientas que permitan el aprovechamiento de los recursos; esto exigió que el hombre buscara mecanismos e instrumentos que de manera eficiente permitieran la obtención de estos en menor tiempo, costo y eficacia, para tal fin se empezaron a diseñar

máquinas que dieran lugar a mejorar los procesos, en ese sentido se pasó de la fabricación manual artesanal, a la manufactura y posteriormente a la industrialización.

La historia de la ingeniería está enmarcada en etapas, tal y como lo establecen Deiana, Granados y Sardella (2018) la edad antigua 3000 años antes de cristo; edad media desde el año 476 después de cristo; la edad moderna desde 1942 hasta la revolución francesa y la edad contemporánea desde 1789 hasta la época actual. La ingeniería ha ido evolucionando paulatinamente, en cada acción y actividad de los seres humanos, de una u otra manera esta la intervención de un ingeniero, se requiere de ingenieros industriales, mecánicos, de sistemas, de finanzas, civiles, ambientales, de comunicación, entre otros, así mismo se puede afirmar que desde que el hombre está en la tierra está en constante búsqueda y aprovechamiento de los recursos que se encuentran en el universo (Velásquez, Espinel, & Guerrero, 2016); (O Suarez et al, 2018).

En lo que se refiere a la innovación, Mulet (2017, pág. 3) indica que se refiere a todo cambio que genera valor; en el manual de Frascati (2002), la innovación corresponde a un producto o proceso nuevo o mejorado que es usado en la industria, comercio, educación o en la sociedad.

Desde la perspectiva de Lundwall (1992), precisa que la innovación es un proceso en el cual se busca y explora nuevos productos, técnicas, formas de organización y mercados. Vemos pues que la palabra innovación es vista desde distintos enfoques, en tal sentido Rosemberg y Nelson (1993) consideran que la innovación es solo de carácter tecnológico; Freeman (1987) indica que la innovación puede ser de carácter organizacional y empresarial, para el caso de Edquist (1997) la define como nuevas creaciones de sistemas económicos diseñadas por las empresas.

Hay distintas formas de innovación: la innovación de producto que corresponde a la producción de bienes y servicios; la de procesos que concierne a cómo se produce, es decir si es tecnológica u organizacional, en este caso estas dos clases de innovación tecnológica es de carácter material y la organizacional intangible; otra forma de innovación es la que está relacionada con la el grado de novedad, dentro de ellas se puede mencionar: las incrementales que están relacionadas con actividades predeterminadas de investigación y desarrollo y que a su vez están sujetas a mejoras realizadas por ingenieros expertos los cual mejora la productividad; las innovaciones radicales, afines a investigaciones de

universidades, empresas o simplemente surgen de las experiencias personales pero que dan lugar al crecimiento de nuevos mercados de explotación, y las innovaciones tecnológicas, son las que surgen como consecuencia de la unión de radicales e incrementales (Marshall, 1963).

La noción de innovación hace referencia a la invención, es decir al proceso creativo en el cual dos conceptos o entidades son combinadas en forma novedosa con el propósito de obtener un nuevo producto o concepto (Peñaranda, 2014). La innovación es considerada como una idea, una máquina o artefacto inventado o que es contemplado como novedad independientemente de su adopción, en tal sentido la innovación está relacionada con tres usos: creación, adopción y asimilación (Zaltman, Duncan, & Llobek, 1973) En el campo de la educación la innovación, está enfocada a las intervenciones, decisiones y procesos intencionales o no que de una u otra forma tratan de modificar ideas, actitudes, contenidos y prácticas pedagógicas (Carbonell, 2001).

De acuerdo a Havelock & Huberman (1980) un cambio involucra variación y transformación de un objeto, de una realidad o una práctica educativa, esto quiere decir que en educación, la innovación es la causa que genera los cambios; por lo tanto, esto lleva a que las estrategias educativas impacten; en tal sentido Elmore (1990), afirma que los cambios producidos por las estrategias innovadoras pueden ser clasificadas en: estructurales que afectan la configuración de los niveles educativos; los curriculares relacionados con los componentes del currículo, las estrategias de enseñanza y los profesionales que están vinculados a la profesionalización docente y los políticos sociales que están relacionados con la vinculación del poder y los agentes sociales.

Se han desarrollado varios modelos de innovación tales como: de investigación, de modelo y desarrollo, de interacción social y de solución de problemas, sea cual sea el modelo el tipo de receptor y el control ejercido por parte los agentes externos es el denominador común, sin embargo, el poder está en la innovación y quien recepta (Margalef & Arenas, 2006).

De tal forma, al tener en cuenta las limitaciones que se pueden tener teniendo en cuenta los receptores y las prácticas innovadoras, se sugiere un modelo el cual fue llamado por Kemmis (1999) el modelo del dialogo, el consiste en que el docente

confronte sus prácticas por medio del diálogo con los agentes externos, lo que implica tener en cuenta aspectos culturales, técnicos y de valores; al respecto Olson (1992), indica que un diálogo, entonces requiere una reflexión crítica para que la práctica pedagógica sea sostenible, desde esa mirada House (1988) sugiere que la innovación da lugar a construir y proyectar de manera explícita las distintas configuraciones en las que se agrupan y sustentan los hechos, estos, deben basarse en un acuerdo profesional sobre lo que es posible, distinguido y apreciable dirigido por reglas, procedimientos y perspectivas: tecnológicas toda vez que se puede decir que la educación puede ser más eficaz y productiva, en la medida que la tecnología sea aprovechada como herramienta en la innovación y la creatividad, en este caso en el proceso de enseñanza; la perspectiva cultural que está enmarcada en todas aquellas innovaciones educativas en las que se tiene en cuenta las características de la sociedad, los valores culturales y los conflictos socio culturales de los contextos; la perspectiva política que tiene en cuenta la negociación permanente de las didácticas a aplicar en el proceso de enseñanza.

En lo que respecta a la innovación y los procesos de aprendizaje se pueden distinguir: el aprendizaje por investigación, el cual busca aumentar el conocimiento con el propósito de incitar a la innovación, así mismo se encuentra el aprendizaje por exploración que corresponde a investigaciones básicas realizadas por universidades u organizaciones cuyos resultados son orientados a la creación y desarrollo de recursos o herramientas tecnológicas importantes para el desarrollo de la sociedad y finalmente se encuentra el aprendizaje por producción, el nace como subproducto de actividades económicas organizadas, en ese caso se activa el conocimiento y la acción, permitiendo aumentar la producción (aprender haciendo, aprender usando y aprender interactuando), en consecuencia se aumenta la creatividad. (Johnsons, 2001).

Desde la mirada de Mitjans (1995) la creatividad está asociada a la combinación de elementos con alguna utilidad, en tal sentido, en cuanto más disímiles sean los elementos que conforman la asociación, más creativo será el producto. De tal manera, el sujeto creativo debe poseer habilidades en cuanto a. sensibilidad, fluidez, flexibilidad, originalidad, redefinición, análisis, síntesis y penetración (Guilford, 1983).

La creatividad está relacionada con producto, en tal sentido, la creatividad es considerada como la habilidad de producir, dicha producción debe ser original, inesperada, novedosa, útil y adaptativa, eso quiere decir, que la creatividad se convierte en una habilidad cognitiva, potencial, interpersonal y comunicativa (Stemberg, 1999).

Así mismo, la creatividad (Goleman, Kaufman, & Ray, 2016) guarda estrecha relación con lo que corresponde a pensamiento divergente, el cual es una técnica para resolver problemas de forma indirecta y con un enfoque creativo, esto exige que los pensamientos se organicen y se busquen soluciones a través de estrategias lógicas.

La creatividad puede estar dividida de acuerdo a los dominios los cuales son generados a través de la actividad creativa que se ejecuta, eso quiere decir que, los dominios a su vez, están asociados a los modelos de funcionamiento cuya clasificación es: modelo asociado a mecanismos cognitivos (pensamiento divergente), modelos de psicológicos (experiencia), de la misma manera se ubica el modelo que se organiza por medio de la motivación, los obstáculos, las herramientas, los procedimientos, el estado, las emociones y la orientación, es el caso de la creatividad en áreas como la ciencia, la escritura, la música, entre otros. (Glaveanu, Lubart, & Bonanardel, 2013).

Es importante aclarar que la inteligencia no es lo mismo que creatividad aunque suelen confundirse, es posible que se puedan relacionar, pero, cada una de ellas tiene características distintas; desde esa perspectiva, la inteligencia es considerada como un grupo o conjunto de capacidades que están interconectadas por la retención, transformación, y utilización de símbolos verbales y no verbales en donde se requiere memoria, y destreza para solucionar problemas y la pericia para enfrentar y concebir conceptos (Wallach & Kogan, 1971), así mismo la inteligencia es concebida como un talento, como la capacidad de procesar información, resolver problemas de algunas de las áreas del saber y el razonamiento abstracto (Feist, 1998) la creatividad está relacionada con la capacidad cognitiva y la capacidad de resolver de manera innovadora, original y distinta un problema o situación.

Desde el punto de vista educativo la creatividad se estimula en la medida que el docente pretenda formar una persona con iniciativa, con confianza en sí mismo, preparada para enfrentar y confrontar los problemas personales, interpersonales y sociales que a diario se viven (Guilford, 1971), en

ese sentido es importante que a los docentes se les estimule y sean los impulsores de la capacidad creativa de sus estudiantes, lo cual es posible se logre, si se utilizan los medios para que se desarrolle y despierte la creatividad (Menchen, 2001), de tal forma, la creatividad educativa está enfocada en la utilización de métodos por parte del docente que genere propuestas curriculares eficaces y novedosas.

Curricularmente, entonces, la creatividad está fundada en el uso de metodologías participativas, motivadoras, motivadoras de nuevas experiencias, sugerente y no impositivas (Corlobán, Martínez, & Donolo, 2003), todo esto con el fin que los estudiantes se conviertan en sujetos emancipados en la exploración y mejora de la capacidad creativa. Al respecto se sugieren los siguientes criterios educativos: supresión de criterios de inhibición, generación de un clima que proporcione la autónoma producción, fomento de la creatividad y creación, uso de técnicas y herramientas educativas que no segreguen el pensamiento divergente y uso de técnicas grupales que estimulen a los que no están motivados o interesados (Trigo & Piñera, 2000).

Los estudiantes deben continuamente reflexionar de manera individual, grupal y social, además, de vincular su experiencia, saberes y hechos que den lugar a las preguntas acerca del objeto de aprendizaje (Hess, 1999), es decir, dicha reflexión, debe hacerse teniendo en cuenta lo que se aprenda y las implicaciones de lo que se aprende, lo cual lleva a tener en cuenta tres dimensiones: dimensión descriptiva la cual reflexiona sobre lo que no se entiende, relaciona lo que se estudia y las metas que se tienen; dimensión comparativa, en este caso se pregunta a cerca de para qué sirve lo que se aprende, qué saben los demás de lo que se está aprendiendo; dimensión crítica que da lugar a la reflexión en torno al significado de los valores, pensamientos, principios, alternativas, perspectivas en relación a lo que se estudia (Jay & Jhonson, 2002). Los sujetos que aprenden deben estar inmersos en entornos modernos de aprendizaje que se adapten y permitan desarrollar todo su potencial desde sus capacidades particulares (Bayona, Bayona, & Cárdenas, 2017).

El aprendizaje activo, entonces, está y debe estar basado en el alumno, y se alcanza en el momento en que éste está motivado, lo que lleva a que su trabajo dentro y fuera del ambiente académico sea constante, de tal manera que se promueva un aprendizaje basado en la capacidad del estudiantes

para relacionar lo que ya saben con lo que el docente les propone, en tal caso, el docente no solo actúa como guía sino también como facilitador del aprendizaje, como motivador del rol del estudiante, como sujeto activo del proceso, debe crear espacios de introspección de autonomía y tomar sus propias decisiones, en tal caso el aprendizaje es menos dependiente del docente y más comprometedor para el alumno (Esteba, 2012).

2. METODOLOGÍA

El estudio estuvo fundamentado inicialmente en la investigación cualitativa exploratoria, la cual permite abordar campos poco conocidos donde un problema, es posible, necesite ser delimitado y considerado para estudios posteriores, este tipo de investigación exige revisión de literatura exhaustiva y en algunos casos consultar a especialistas en el tema (Jiménez, 1998).

El paradigma cualitativo busca interpretar una realidad, más que analizarla o explicarla, en tanto la investigación documental es la que mejor responde a la expectativa, toda vez que cuando se recurre a este tipo de investigación se pretende indagar fuentes y a la vez entender los que ella dice, a través del diálogo con los autores, alejándose de construir marcos teóricos, pues ese no es el objetivo de la investigación. En tal sentido, se pretende leer, documentarse y dar sentido a cada uno de los documentos encontrados sobre el tema a estudiar, para posteriormente sistematizar (Gómez, 2011), se podrá decir, entonces, que este tipo de investigación es reconstructiva, ya que da lugar a reelaborar un conocimiento a través de la reflexión (Vargas, 1998).

3. RESULTADOS

Una vez realizada la revisión de experiencias significativas en las que los programas de ingeniería han logrado resultados importantes en el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje, se pueden relacionar los siguientes en el ámbito internacional y nacional:

En la Universidad de Tecnológica Nacional de Córdoba Argentina, en el programa de ingeniería de software, se implementó un programa en el cual se usó el *e-learning* basado en simulaciones, dando lugar a que la información de las empresas e industrias en convenio, estuvieran en disposición para consultas, es decir, se creó un entorno en el cual los estudiantes pudieran hacer uso de la información personalizada y dar recomendaciones

a la empresa, respecto al tema organizacional y de sistemas de información. A nivel académico la transferencia y transición de este proceso de aprendizaje activo se realizó en primera medida capacitando a docentes y estudiantes sobre la ejecución de modelos de calidad en las organizaciones y certificación de los mismos (Andriano, Rubio, Szyrko, & Silclir, 2010).

En la Universidad Católica Valparaíso de Chile, implementó un proyecto en el programa de ingeniería eléctrica, en el cual se integró en la asignatura control automático y laboratorio de control automático, enfocado en el aprendizaje activo, para el cual se instó a los estudiantes de integrar la teoría con la práctica, en ese sentido, se los estudiantes tenían que buscar, seleccionar, analizar y evaluar la información, para lo cual se planteaban problemas, se presentaba un proyecto y se organizaban grupos de discusión, esto permitió el trabajo colaborativo, el cual era uno de los problemas presentados por los estudiantes, a la hora de realizar una actividad, la mejora en este proceso ayudó a que los estudiantes mejoraran en su rendimiento académico, en la interacción con sus compañeros y el trabajo en equipo se fortaleció (Rivera, 2017).

En la asignatura ingeniería estructural, del programa de ingeniería Civil, de la Universidad Pontificia Universidad Javeriana, se implementaron estrategias propias del aprendizaje activo, para ello se crearon grupos de trabajo en pequeños grupos, dichos grupos experimentaron modelos de estructuras los cuales fueron diseñados y elaborados por ellos mismos, este ejercicio permitió que los estudiantes se motivaran y se involucraran más en cada uno de los procesos académicos de la asignatura, además por medio de las simulaciones con las estructuras los estudiantes propinan mejoras en las estructuras y en los diseños de las mismas (Ruiz, Magallón, & Muñoz, 2006).

Otra experiencia importante, corresponde a la aplicada por los docentes a cargo de los cursos básicos en la asignatura de dinámica, de ingeniería mecánica de la Universidad de Antioquia, en tal caso, se acudió al aprendizaje activo por medio del método deductivo, es decir, en el desarrollo de las clases los docentes planteaban preguntas de manera deductiva a partir de conocimientos previos; en tal sentido se siguieron los eslabones planteados por Álvarez (2003) el primero a tener en cuenta es la orientación del nuevo contenido, en ese caso el docente plantea conceptos de

elaboración compleja, lo cual exige que se indague y que los estudiantes construyan su propio conocimiento, el cual es discutido en sus grupo de trabajo y finalmente se produce y reproduce la conceptualización; posteriormente se pasa a la asimilación del contenidos, en este caso se plantean problemas relacionados con el concepto, luego se pasa al dominio de contenido, acá el trabajo del alumno es de manera individual, resolviendo problemas; seguidamente el estudiante sistematiza el contenido, se evalúa el contenido y se autoevalúa. Lo que sintetizan Trujillo & González (2010) como una gran experiencia pues de esa forma los estudiantes se involucran más en la construcción de su propio conocimiento, lo cual permitió que se motivaran y estuvieran siempre atentos a investigar.

Algunas universidades de Bogotá, que cuentan con programas de ingeniería industrial, en búsqueda de herramientas que admitieran el mejoramiento de los procesos académicos de los estudiantes de ingeniería, propusieron trabajar a través de actividades lúdicas que de una u otra manera lograran motivar a los estudiantes, estas actividades lúdicas estuvieron enmarcadas en el desarrollo humano, por medio de dimensiones sociales, culturales, psíquicas, biológicas y académicas (Jienez, 2010), las simulaciones realizadas fueron actividades que generaron en los estudiantes interés y por tanto los resultados permitieron determinar que el uso de recursos didácticos, en el caso de estudio, fueron positivos (Rocha & Arango, 2013).

La universidad Católica de Pereira, en su programa de ingeniería industrial, implementó distintas actividades didácticas fundadas en el aprendizaje activo, este ejercicio se llevó a cabo en la asignatura control de calidad e investigación de operaciones; las actividades estuvieron relacionadas con el uso de juegos lúdicos pedagógicos los cuales activan el pensamiento y desarrollo de competencias intelectuales, para tal caso se crean micromundos asistidos por objetos virtuales (OVAS) los cuales exigen al estudiantes imaginación y creatividad para darle solución a cada uno de las actividades planteadas (López & Mejía, 2017).

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira a través de su laboratorio Financiero integró las asignaturas financieras de dos programas: Ingeniería industrial e ingeniería de sistemas e implementó una actividad lúdica diseñada a través de un software denominada canasta loca, la cual consistió en tratar de interpretar el comportamiento los precios de los

productos de la canasta familiar, para ello, se simula la compra de mercado familiar, en un supermercado virtual, en él se adquieren en el menor tiempo los productos que se encuentran listados en un documento y el dinero está previamente determinado y alcanza para la compra; mientras la compra se realiza, los participantes en la lúdica escuchan noticias sobre los precios de los productos (incrementos y bajas), lo cual exige que los compradores (estudiantes) tomen decisiones financieras y apliquen los conceptos desarrollados en la asignatura. Lo interesante del ejercicio es que los estudiantes es que se debe trabajar en grupos interdisciplinarios y colaborativos, esta actividad estimula a los estudiantes y afianza los conocimientos y la toma de decisiones (Bernal, Corrales, Rendón, Santa, & Zuluaga, 2016).

Finalmente, en la Universidad del Valle, en la escuela de ingeniería se hizo de una estrategia de aprendizaje activo en la asignatura electiva *Lean Engineering*, en el cual se usó como herramienta el lego, juego que permitió realizar construcciones a partir de las orientaciones del docente, estas están diseñadas para que el estudiante y sus grupos de trabajo combinen conceptos, experimente a través de elementos físicos, en este caso los estudiantes recurren al lego para plantear soluciones en el área de la construcción, ésta estrategia ha sido útil ya que los estudiantes se motivan, proponen, buscan soluciones a los problemas, trabajan en grupo, las clases son dinámicas y se participa activamente en la elaboración de conceptos propios de la asignatura (Univalle, 2019).

Es pertinente aclarar que son muchas otras experiencias significativas de universidades Colombianas y de programas de ingeniería, en donde se ha acudido al aprendizaje activo como metodología y didáctica educativa, como forma de mejorar el rendimiento académico y por su puesto motivar al estudiante en la construcción de su propio conocimiento y el desarrollo de habilidades creativas, innovadoras y de resolución de problemas, en tal caso se ha acudido al uso de material didáctico multimedia, software, entornos interactivos, programas computacionales, ovas, entre otras herramientas.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se puede evidenciar en los párrafos anteriores, y teniendo en cuenta las necesidades de la sociedad que día a día es más exigente y demanda profesionales creativos e innovadores, y

para el caso de los programas de ingeniería se convierten en eje de desarrollo, ya que como se pudo establecer en los inicios de este artículo, la ingeniería nació en el momento mismo en que la humanidad se preocupó por buscar formas de crear, construir, diseñar y facilitarse la vida; desde esa perspectiva las metodologías, las estrategias y las didácticas pedagógicas usadas por el docente para incentivar al estudiante en el aprendizaje, son fundamentales; de tal forma, acudir al aprendizaje activo es una forma de facilitar y permitirle al estudiante crear su propio concepto, solucionar y dar respuesta a los problemas que en la vida cotidiana se vive y a la cual se enfrenta permanentemente. Es pues el aprendizaje activo una manera de potenciar y estimular a los estudiantes, por lo que funge como una herramienta eficaz en el proceso académico.

Los casos expuestos en los resultados dan razón de la importancia de la implementación del aprendizaje activo, toda vez que las experiencias mencionadas han dado muy buenos resultados; casi el cien por ciento de ellas ha generado en los programas de ingeniería y especialmente en las asignaturas en las que se han implementado estas metodologías, consecuencias favorables para el programa y por su puesto para las universidades.

Así mismo, es de considerar que el aprendizaje activo, genera en los estudiantes actitudes positivas, toda vez que se involucran en el proceso académico y son ellos los artífices principales de su propio conocimiento, lo que lleva a que estén motivados y el trabajo colaborativo se desarrolle de manera efectiva, tal y como se expresó en los resultados, pues cada experiencia fue significativa y de gran valor académico.

4. CONCLUSIONES

La revisión documental realizada respecto a experiencias de aprendizaje activo en los programas de Ingeniería dio lugar a establecer que esta metodología es de gran valor didáctico, sobre todo porque el estudiante se motiva, especialmente en aquellas asignaturas que se consideran de menor estímulo y en las cuales el rendimiento académico de los estudiantes es bajo.

Es importante tener en cuenta que para que este tipo de aprendizaje sea exitoso, el docente debe planear y proponer actividades que despierten el interés de sus estudiantes y que promuevan la participación de todos los estudiantes, además, deben estar diseñadas de tal manera que en cierto

momento del desarrollo el trabajo colaborativo aflore, es decir las actividades deben planearse de manera inclusiva toda vez que se permite sacar provecho de los conocimientos, capacidades y habilidades de cada estudiante.

Finalmente, la educación superior debe crear y proporcionar ambientes de aprendizaje en los cuales se desarrolle en los estudiantes habilidades críticas, participativas y creativas y en algunos casos innovadoras, que consientan y den la posibilidad de insertarse a la sociedad y cumplir con las exigencias sociales y que naturalmente el profesional puede desempeñarse eficiente y eficazmente en ella.

REFERENCIAS

- Álvarez, C. (2003). *Lecciones de didáctica general*. Medellín: Magisterio.
- Andriano, N., Rubio, D., Szyrko, P., & Silclir, M. (2010). *Un entorno de aprendizaje activo en ingeniería se Software basado en la integración universidad Industria*. Investigadores en Ciencias de la Computación, 352-361.
- Bayona, E., Bayona, A., & Cárdenas, J. (2017). *Estudio del Pensamiento Triádico en Ingeniería de Sistemas*. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 42-46.
- Bernal, L., Corrales, G., Rendón, A., Santa, A., & Zuluaga, C. (2016). *El Uso del Software como herramienta de enseñanza aprendizaje en el marco del constructivismo a través de la canasta loca*. *Encuentro Internacional de Educación en ingeniería ACOFI* (págs. 1-10). Cartagena de Indias: eiei ACOFI.
- Carbonell, J. (2001). *La aventura de innovar*. Madrid: Morata.
- Corlobán, J., Martínez, F., & Donolo, D. (2003). *Manual test CREA. Inteligencia creativa, una medida cognitiva de la creatividad*. Madrid: editorial TEA.
- Deiana, A., Granados, D., & Sardella, M. (2018). *fi.unsj*. Obtenido de <http://www.fi.unsj.edu.ar/signaturas/introing/HistoriaDeLaIngenieria.pdf>. tomado el 26 de Julio de 2019.
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation technologies institutions and organizations*. Washinton: Pinter.
- EJ Santiago, JS Allende (2017) Diseño de un sistema multiagentes híbrido basado en aprendizaje profundo para la detección y

- contención de ciberataques. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.
- Elmore, K. (1990). *Restructuring Schools. The next generation of Educational Reform*. Nueva Jersey: Jossey-Blass.
- Esteba, D. (2012). *Recursos y estrategias para un aprendizaje activo*. España: Universidad de Málaga.
- Feist, G. (1998). *A meta analysis of personality in scientific and artistic creativity*. Psychology Review, 290-309.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Glaveanu, V., Lubart, T., & Bonanardel, N. (2013). *Creativity as action. findings from five creative domains*. *Frontiers in psychology*, 4-15.
- Goleman, D., Kaufman, P., & Ray, M. (2016). *El espíritu Creativo*. Barcelona: Ediciones B.
- Gómez, L. (2011). *Un espacio para la investigación documental*. Revista Vanguardia Psicológica, Volumen 1, 226-233.
- Guilford, J. (1983). *Creatividad y Educación*. España: Paidós.
- Guilford, J. (1971). *La creatividad: pasado, presente y futuro*. Barcelona: Paidós.
- Havelock, K., & Huberman, A. (1980). *Innovación y problemas de la educación*. Ginebra: UNESCO.
- Hess, D. (1999). *Developing a typology for teacher preservice students to reflect: a case curriculum deliberation*. Paper presented at the annual conference of the AERA, 5-17.
- House, E. (1988). *Tres perspectivas de la innovación Educativa: Tecnológica, Política y Cultural*. Revista de educación, 5-34.
- Jay, J., & Johnson, K. (2002). *Capturing complexity: a typology of reflective practice for teacher education*. Teacher education, 73-85.
- JEG Plaza, MAR Nuñez, (2017) Formación en competencias específicas para la industria del software colombiano. Experiencias del uso del aprendizaje basado en proyectos. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257
- J Pérez, J Castro. (2018). LRS1: Un robot social de bajo costo para la asignatura "Programación 1". Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.
- (J Pérez, J Castro, 2018).
- Jiménez, C. (2010). *Neuropedagogía lúdica y competencias*. Bogotá: Magisterio.
- Jiménez, P. (1998). *Metodología de la investigación: Elementos básicos para investigaciones clínicas*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- Johnsons, A. (2001). *Functions in innovation system approaches*. Driud conference (págs. 12-25). Londres: Alborg.
- Kemmis, S. (1999). *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*. Madrid: Akal.
- L Tangarife, M Sánchez, M Rojas (2017). Modelo de interventoría de tecnologías de información en el área de conocimiento de la gestión del alcance de PMBOK® y alineado con ISO 21500 y COBIT®. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257
- L Fernández, L Mesa, W Pérez (2017) Investigación formativa para estudiantes de ingeniería utilizando robótica. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.
- López, D., & Mejía, L. (2017). *Una mirada a las estrategias y técnicas didácticas en la educación en ingeniería. Caso Ingeniería Industrial en Colombia*. Entre Ciencia e Ingeniería, 123-132.
- Lundwall, B. (1992). *National systems on innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres: Pinter.
- Margalef, L., & Arenas, A. (2006). *Qué entendemos por innovación educativa a propósito del desarrollo curricular*. Perspectiva educacional, formación de profesores Vol. 47, 13-31.
- Marshall, A. (1963). *Principios de economía*. Madrid: Aguilar.
- Menchen, F. (2001). *Descubrir la creatividad*. Madrid: Ediciones pirámide.
- Mitjans, M. (1995). *Creatividad personalidad y educación*. Habana: Pueblo y Educación.
- Mulet, D. (2017). *La innovación, concepto e importancia económica*. Sexto Congreso de economía en Navarra (págs. 1-18). Navarra: COTEC.
- O Suarez, C Vega, E Sánchez, A Pardo. (2018) Degradación anormal de p53 e inducción de apoptosis en la red P53-mdm2 usando la estrategia de control tipo pin. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257
- OCDE. (2002). *Manual de Frascati propuesta de norma práctica para encuestas de*

- investigación y desarrollo experimental*. Paris: FECTY.
- Olson, J. (1992). *Understanding Teaching Beyond Expertise Filadelfia*. Millón Kcynes, open university, 19-28.
- Peñaranda, M. (2014). *La Transversalidad de las TICS Aplicadas en la Estrategia Pedagógica Dossier Formativo Integrador*. Ingenio UFPSO, 73-81.
- Poveda, G. (2001). *Ingeniería e historia de las técnicas*. Bogotá: Colciencias pág 13.
- Rocha, J., & Arango, C. (2013). *Aprendizaje Activo en Ingeniería Industrial*. Innovation in Engineering, 14-22.
- Rosemberg, N., & Nelson, R. (1993). *Technical innovation and national systems*. Reino Unido: Oxford University.
- Ruiz, D., Magallón, J., & Muñoz, E. (2006). *Herramientas de aprendizaje activo en las asignaturas de ingeniería industrial*. Revista de Ingenierías, 1-23.
- Serna, E. (2009). *La ingeniería*. Revista Digital Lámpsakos, No. 1, 13-21.
- Shelton, R. (1990). *Engineering in History*. New York: Dover Publications.
- Stemberg, R. (1999). *Handbook of creativity*. Cambridge: University Press.
- T Velásquez, E Espinel, G Guerrero (2016). Estrategias pedagógicas en el aula de clase. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.
- Trigo, E., & Piñera, S. (2000). *Manifestaciones de la motricidad*. Barcelona: publicaciones INDE.
- Trujillo, C., & González, E. (2010). *Aprendizaje activo en cursos básicos de ingeniería: un ejemplo en la enseñanza de dinámica*. Revista Uni-pluri/versidad Vol.10 No.2, Versión Digital, 1-12.
- Vargas, G. (1998). *Algunas características epistemológicas de la investigación documental*. Revista Ascolb, 3-6.
- Velásquez, T., Espinel, E., & Guerrero, G. (2016). *Estrategias Pedagógicas en el Aula de Clase*. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 124-131.
- Von Karman, T. (2001). *Filosofía de la educación del ingeniero*. Buenos Aires: Boletín de la Academia Nacional de Educación.
- Wallach, M., & Kogan, N. (1971). *Creatividad e inteligencia en los niños*. Barcelona: Paidós.
- Zaltman, G., Duncan, R., & Llobek, J. (1973). *Innovations and Organizations*. New York: Wiley.

SITIOS WEB

- Rivera, F. (11 de 07 de 2017). Pucv. Obtenido de <http://www.pucv.cl/pucv/noticias/proyecto-de-innovacion-aplico-tecnicas-de-aprendizaje-activo-en-la/2017-07-11/181802.html>, consultado el día 1 de agosto de 2019.
- Univalle. (1 de 08 de 2019). univalle. Obtenido de <http://industrial.univalle.edu.co/estudiantes/actividad-del-doctorado/item/234-aprendizaje-activo-en-la-escuela-de-ingenieria-industrial>.