

Development of skills for the fourth revolution industrialization through learning methodologies based on problems and projects

Andres Felipe Duque, Student of Electrical Engineering¹, David Enrique Santos Borja, Student of Electronic Engineering¹, and Yeliana Andrea Torres Medina, Student of Systems Engineering¹

¹National University of Colombia, Colombia, afduquem@unal.edu.co, daesantosbo@unal.edu.co, yatorresm@unal.edu.co

Abstract– *The resolution of complex problems uses the development of skills as a tool that allow a satisfactory and effective solution, from this it is fundamental to address the problems of the new society from the formation of human talent, this as a transversal axis of any action to solve problems . In the following article a training cycle called development of skills for the fourth industrial revolution is proposed. This cycle of workshops aims to motivate the students of first semesters of electronic engineering, the resolution of problems framed in the Sustainable Development Goals throughout each session making use of the methodology based on problems, this through participatory strategies implemented in each of the workshops and across this, throughout the total cycle a development of project-based learning.*

Keywords- *Fourth industrial revolution, Information technologies, Educational motivation, Disruptive strategies, Project-based learning and problems.*

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.446>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

Desarrollo de habilidades para la cuarta revolución industrial mediante metodologías de aprendizaje basado en problemas y proyectos

Andres Felipe Duque, Student of Electrical Engineering¹, David Enrique Santos Borja, Student of Electronic Engineering¹, and Yeliana Andrea Torres Medina, Student of Systems Engineering¹

¹National University of Colombia, Colombia, afduquem@unal.edu.co, daesantosbo@unal.edu.co, yatorresm@unal.edu.co

Abstract– The resolution of complex problems uses the development of skills as a tool that allow a satisfactory and effective solution, from this it is fundamental to address the problems of the new society from the formation of human talent, this as a transversal axis of any action to solve problems . In the following article a training cycle called development of skills for the fourth industrial revolution is proposed. This cycle of workshops aims to motivate the students of first semesters of electronic engineering, the resolution of problems framed in the Sustainable Development Goals throughout each session making use of the methodology based on problems, this through participatory strategies implemented in each of the workshops and across this, throughout the total cycle a development of project-based learning.

Keywords-- Fourth industrial revolution, Information technologies, Educational motivation, Disruptive strategies, Project-based learning and problems.

I. INTRODUCCIÓN

La educación ha sido fundamental a lo largo de la historia para desarrollar las sociedades, los países han adaptado los currículos educativos de acuerdo a sus contextos regionales y recientemente con la globalización a un enfoque mundial, es así como la educación juega un papel importante a la hora de cambiar significativamente la sociedad [1]. De esta forma es necesario realizar evaluaciones continuas de cómo se están diseñando las estructuras de formación en el ámbito educativo y cómo se adaptan estas a los marcos referenciales desarrollados en el mundo, como por ejemplo la agenda global de desarrollo impulsada por las Naciones Unidas, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en adelante, ODS) para el horizonte 2030. En esta agenda se plantea como objetivo la educación y esta se toma como referencia en otros ODS, como el objetivo 12 y 13 mencionando la educación para el desarrollo sostenible y la mitigación del cambio climático [2]. De manera que se visibiliza por parte de los países desarrollados que la educación debe ser un referente a la hora de buscar el desarrollo de cualquier país y lograr objetivos globales como los propuestos en los ODS.

Además de la agenda de desarrollo planteada por las Naciones Unidas, el Foro Económico Mundial estableció la

ruta para el nuevo contexto que se está desarrollando con la cuarta revolución industrial, en donde también se plantea que la educación debe ser modificada para adaptarse al contexto de las nuevas tecnologías y que esta revolución puede ser un gran aliado para conseguir las metas planteadas en los ODS. Así se observa cómo el sistema socio político converge a una ruta para lograr el desarrollo sostenible y determina que la educación es una herramienta clave para lograrlo.

A partir del nuevo contexto mundial no es posible plantear un modelo educativo en donde su base es la memorización de conocimientos para obtener calificaciones en exámenes, sino por el contrario que la adquisición de estos conocimientos debe ser motivada por los profesores para resolver problemas reales, mostrando a los estudiantes que la articulación de conocimientos y la gestión del mismo por medio de las tecnologías de la información pueden generar proyectos que transformen la sociedad [3].

Con base en los planteamientos descritos anteriormente se han generado diferentes estrategias pedagógicas para innovar en la forma de educar [4], desde la pedagogía participativa hasta el aprendizaje basado en proyectos. Partiendo de que la gran mayoría de estas estrategias busca centrar la didáctica en los estudiantes y generar una formación integral, en donde se motive a que este sea un agente activo en su proceso de aprendizaje para el desarrollo de habilidades que puede aplicar de forma autónoma por fuera del ámbito institucional, esto con el fin de aprovechar las ventajas que hoy ofrecen las tecnologías de la información en la gestión de su propio conocimiento, articulando esto al propósito de vida. Por lo cual es necesario abordar el cómo enseñar desde una perspectiva emotiva, motivacional y práctica con el fin de cambiar el paradigma del estudiante en donde el profesor es el dueño del conocimiento y director de su aprendizaje, para que este entienda que el conocimiento es descentralizado y que él mismo puede guiar su currículo educativo de acuerdo a las necesidades y propósitos que se plantee [5].

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.446>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

II. Marco conceptual

A. Motivación en la educación

La motivación juega un papel fundamental dentro de la mayor parte de los procesos que rodean la pedagogía, debido a que fundamentan los motivos o causas implícitas en el proceso de aprendizaje y de manera general constituye una parte importante dentro del comportamiento humano. De manera generalizada se desprecia el valor de este concepto dentro de la educación, hasta el punto de abordarlo como un agente poco significativo o poco relevante[5].

Dentro del proceso de aprendizaje se generan diferentes vías de comunicación o interacción, generalmente entre alumnos y docentes, marcadas por la jerarquización y autoridad usualmente generada, especialmente a nivel universitario. De igual manera se presenta un vínculo generado alrededor del conocimiento, vínculo que enmarca paradigmas como la guía, estimulación en el aprendizaje, la percepción del conocimiento en sí, objetivos; todo esto debería de estar orientado a ayudar a encontrar el sentido o motivación del aprendizaje con el fin último de servir como una guía para el estudiante respecto a “representarse los objetivos de lo que se propone y los motivos por los cuales debe realizarlo”[6].

Como menciona Mario Carretero en su libro *Constructivismo y Educación* [6] la motivación puede ser catalogada dependiendo de su correlación con las expectativas y recompensas externas, de esta manera la motivación puede ser abordada basados en sus dos principales manifestaciones: motivación intrínseca y motivación extrínseca. Estos dos tipos de motivación son concebidos como los enfoques cognitivos principales de la motivación, considerando adicionalmente factores que se relacionan con criterios externos e internos.

La primera de ellas es considerada como el “placer” producido al realizar determinadas tareas, la satisfacción personal, directamente relacionada con nuestra propia conducta y las consecuencias que el desarrollo de cierta tarea trae a dicha conducta. De esta manera es el sujeto quien decide sobre su propia motivación intrínseca y puede estar movido bien sea por logros, gustos, experiencias, autorrealización o simplemente curiosidad [7]. Esta motivación es de especial importancia debido a que existe en cada individuo y necesita ser explorada con el fin de estimularla mediante vías externas. Estas vías externas se denominan motivación extrínseca, este “es el efecto de acción o impulso que producen en las personas determinados hechos, objetos o eventos que las llevan a la realización de actividades” [8] provenientes de afuera. La

manera más intuitiva de considerar este tipo de motivación es en metodologías usualmente implementadas en los procesos de aprendizaje, como lo son las calificaciones, los incentivos impartidos por el docente, el “castigo” como figura representativa del esfuerzo. Generalmente este tipo de motivación conlleva al desenfoco del aprendizaje, debido a que los alumnos se esfuerzan en pro de recibir esta motivación, en forma de incentivos, y el propio aprendizaje pasa a un segundo plano, generando incongruencias en el proceso educativo.

Es así como nacen planteamientos metodológicos como lo son el constructivismo, el aula invertida (Flipped Classroom) y el aprendizaje basado en problemas y proyectos (ABP o PBL por sus siglas en inglés) que lo que buscan es generar una cohesión entre estos dos enfoques cognitivos (motivación intrínseca y extrínseca) con el fin de mejorar los procesos de aprendizaje en diferentes áreas del conocimiento. Estas metodologías hacen uso de pedagogías que se adaptan a las necesidades y condiciones de los estudiantes, de manera que se personaliza el aprendizaje, explorando la motivación intrínseca, mientras que se fomenta el aprendizaje de manera alternativa, haciendo uso de la motivación extrínseca.

B. Pedagogía participativa

La pedagogía participativa, concebida como una estrategia de aprendizaje, surge de una actitud en el aula donde se piensa que “el mejor aprendizaje no vendrá de las mejores formas para que el profesor instruya, sino de darle al alumno las mejores oportunidades para que construya.” [9]. La pedagogía participativa es pues, un proceso desarrollado en el aula que se centra en el estudiante en lugar del docente.

Esta estrategia de aprendizaje concibe la motivación como uno de los elementos más importantes durante el proceso. Como se indicó anteriormente existen dos tipos de factores que pueden influir en la motivación del alumno: los factores intrínsecos, que provienen de los intereses del estudiante, y los factores extrínsecos que se reflejan en los estímulos positivos que provienen de su exterior [10]. La pedagogía participativa utiliza ambos tipos de factores, haciendo especial énfasis en trabajar sobre los intereses que el alumno exprese y demuestre durante el proceso.

El lenguaje hablado y escrito, como medio de comunicación cotidiano por excelencia, juega un papel fundamental en el aprendizaje activo que propone actividades donde los alumnos escuchan de manera activa, hablan reflexivamente, tienen su atención centrada en algo, escriben, leen y representan de forma significativa y siempre con un fin determinado [11].

Por medio de experiencias significativas que incluyen varias áreas del conocimiento de forma transversal, con el fin de aportar una visión variada sobre un mismo tema, el aprendizaje activo pretende motivar la participación y la reflexión constante del estudiante donde haya un uso permanente del diálogo, sirviendo este de puente de conocimientos, sentimientos, experiencias y, finalmente, aprendizaje.

Las personas aprenden cuando las metas últimas son el significado y la comprensión. Aprenden al reflexionar sobre sus experiencias, al ponerlas en común y comunicarlas a los demás de infinitas formas. Esto último resume el concepto de lenguaje total donde los estudiantes, “mediante sus interacciones con los demás, aprenden a utilizar el lenguaje para dar sentido a sus experiencias y comunicar sus conocimientos.” [12]

C. *Estrategias disruptivas a partir de TICs*

Las estrategias disruptivas pretenden, como su nombre lo indica, *romper* con los esquemas y paradigmas sociales, culturales y académicos que se encuentran arraigados en las mentes de los alumnos, no con el fin de destruir, sino el de construir de una manera activa y reflexiva.

Una de las herramientas más efectivas para las estrategias disruptivas son las TICs, que fomentan nuevos escenarios de aprendizaje, pues facilitan la comunicación de la información, su transformación en conocimiento y provee múltiples formas de compartirlo gracias a la enorme conectividad que proporciona, promoviendo así el *aprendizaje colaborativo* dentro de cualquier tipo de comunidad.

En cuanto a las condiciones en que se desarrollan dichas estrategias, se plantea que, según las propuestas de Michael Fullan y sus coautores [13], la implementación de proyectos TICs en educación debe considerar dinámicamente al menos tres elementos, si pretende cumplir el requisito indispensable de modificar sustancialmente las prácticas educativas [14]: personalización, donde no se concibe al alumnado como una porción de población a la que se imparte los mismos conocimientos, con las mismas estrategias y al mismo ritmo y que tiene la capacidad de adaptarse según los intereses y condiciones particulares de cada alumno; precisión, en cuanto a que se requiere que la información sea actualizada, segura, oportuna y accesible para hacer posible el aprendizaje basado en conocimientos sobre la situación presente, la deseada y el camino más efectivo para llegar a ella; el aprendizaje profesional que plantea un nuevo papel para los docentes donde no sólo se limitan a la formación de los alumnos, sino

también la personal, desarrollando la capacidad de adaptarse y dar oportunidad a nuevos modelos de pedagogía que tengan en cuenta la diversidad de los estudiantes.

Estas estrategias hacen uso de actividades significativas que poseen un valor pedagógico y un impacto positivo en la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje, pues, debido a su naturaleza disruptiva, activan la creatividad y llaman a descubrir y practicar habilidades para solucionar problemas que en el aula de clase no se suelen presentar. Esto, con el objetivo de incentivar al estudiante a resolver los problemas de la vida real con una visión innovadora.

D. *Aprendizaje a partir de proyectos y problemas*

El aprendizaje basado en proyectos nace como la respuesta a un requerimiento del proceso de aprendizaje, donde se hallaban incongruencias o falencias en la consolidación de conceptos generales y significativamente importantes dentro del aprendizaje que se llevaba a cabo, con las aplicaciones de dichos conceptos [15]. Respondiendo a dicho requerimiento el Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas brinda una herramienta metodológica donde la creación de proyectos y la solución de problemas no es un fin sino un medio dentro del proceso de aprendizaje. De esta manera se generan alternativas en cuanto a desempeño de procesos cognitivos debido a que la aplicación de los conceptos adquiridos en estos procesos, toman sentido y son de fácil comprensión gracias a la implementación de estos conceptos. Adicionalmente, el concepto de este tipo de aplicación del conocimiento adquirido se potencializa en la medida que los problemas a resolver sean de mayor relevancia en la vida real y los proyectos desarrollados están orientados a la solución de problemáticas reales [16].

En la educación tradicional se plantea un proceso que se basa en la adquisición progresiva tanto de conocimiento como de habilidades para desarrollar dicho conocimiento. Un claro ejemplo de ello es la Taxonomía de Bloom, la cual consiste en un esquema general donde se clasifican algunas de las habilidades más importantes dentro del proceso de aprendizaje, y se conciben acciones o conceptos alrededor de cada una de estas habilidades [17]. La concepción original de este esquema es la de generar objetivos de aprendizaje y procesos metodológicos de manera cíclica, ordenada y consecutiva, donde de manera inicial se considera la etapa de Análisis, luego de Aplicación, Comprensión, Estudio,

Creación y finalmente la Evaluación como podemos observar en la Figura 1.

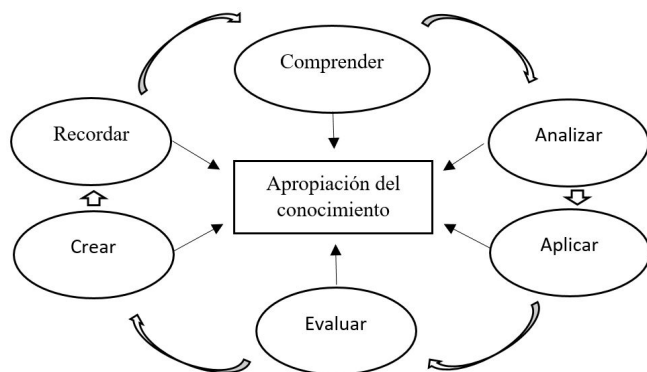


Fig.1 Esquema adaptado de la Taxonomía de Bloom [14]

Lo que plantea el ABP es una indivisión de dichas categorías dentro de dicha Taxonomía, y el proceso de aprendizaje está principalmente orientado a la aplicación del conocimiento, y de manera más generalizada a la adquisición del conocimiento debido a la motivación fomentada por la creación de proyectos.

Gracias a la creación de proyectos y a la adquisición del conocimiento en ocasiones de manera autónoma, se desarrollan diferentes habilidades como lo son el trabajo en equipo, la retroalimentación, la creatividad, la autonomía, entre muchas otras más habilidades [18]. Teniendo en cuenta los cambios significativos que se han venido presentando a lo largo de las últimas décadas en términos tecnológicos, de medios de producción, sostenibilidad, e inclusive de pedagogía, es necesario enfocar los esfuerzos metodológicos a estrategias alternativas de este estilo, como herramienta de motivación al desarrollo de habilidades a partir de la resolución de problemas complejos.

E. La cuarta revolución educativa

Desde que el ser humano desarrolló la comunicación ha sentido la necesidad de diseñar un modelo de transferencia de conocimientos [19], de esta forma a lo largo de la historia la educación ha venido evolucionando y con cada revolución que se ha desarrollado en el mundo se han generado cambios significativos en los modelos pedagógicos, así en la primera revolución educativa se da origen a lo que denominamos escuelas donde pocas personas podían acceder a estas, la educación comenzaba tarde y los conocimientos eran impartidos por la iglesia [20], posteriormente se da inicio a la creación de un sistema público de formación, conformado por

los estados-naciones entre el desarrollo del renacimiento y la revolución industrial dando lugar a la segunda revolución [20].

Con la agrupación de las instituciones y a partir del desarrollo de la revolución industrial se da la tercera revolución, donde se plantea la necesidad de formar masivamente a las personas con el fin de dar abasto con las necesidades sociales, industriales y económicas generando así diferentes ramas del conocimiento, de esta forma se adaptan algunas de las características que conocemos hasta el día de hoy de la educación formal [21]:

- Un proceso de enseñanza estandarizada donde progresivamente todo joven debe tener acceso al salón de clases.
- Conformación de múltiples centros de educación coordinados por una autoridad central.
- Un esquema de funcionarios estatales donde se integra un cuerpo de docentes a instituciones públicas.
- Un sistema de calificaciones con el fin de promover los estudiantes por medio de evaluación continua.
- Implementación de un currículo fundamentado en base a las filosofía y ciencias modernas.

Es por medio del desarrollo de las tecnologías de la información y la generación de canales globales de trabajo colaborativo que algunas de las características mencionadas se han venido transformando [21], empezando a gestar la cuarta revolución educativa en paralelo al nuevo contexto de la cuarta revolución industrial, dando sin lugar a duda un cambio de paradigmas en la forma que se debe aprender de tal manera que se hace énfasis en gestionar el gran volumen de información disponible en la *web* y las habilidades que se deben desarrollar para sacarle el mayor provecho.

f. Habilidades para la cuarta revolución industrial

El desarrollo de habilidades es uno de los objetivos en los programas pedagógicos de los diferentes institutos de educación superior, de manera que en un contexto global donde los conocimientos están cambiando a gran velocidad muchas instituciones adoptaron una formación a través de competencias, las cuales son estándares que describen los conocimientos, las habilidades y actitudes que cualquier persona tiene que dominar para enfrentarse a diferentes situaciones laborales, teniendo como referente a las habilidades y actitud para la consecución de los

conocimientos. Como se mencionó al inicio de este documento la motivación es fundamental para el desarrollo cognitivo de los estudiantes, de manera que permite estimular la actitud con la que el estudiante afronta la adquisición de nuevos conocimientos en distintas situaciones, a partir de esta actitud se desarrollan unas habilidades blandas que permiten adquirir los conocimientos que se desean obtener, teniendo de esta forma la estructura básica de una formación a partir de competencias.

En contexto con la formación descrita anteriormente, el Foro Económico Mundial planteó 10 habilidades blandas fundamentales para desarrollarse en el nuevo contexto de la cuarta revolución industrial [22], las cuales se muestran en la tabla 1:

| Habilidades | Abreviatura |
|-----------------------------------|-------------|
| Solución Problemas Complejos | SPC |
| Pensamiento Crítico | PC |
| Creatividad | Cre |
| Iniciativa | Ini |
| Comunicación | Com |
| Colaboración | Cola |
| Persistencia - Toma de decisiones | Per-TdD |
| Liderazgo | Lid |
| Flexibilidad Cognitiva | FC |
| Negociación | Neg |

Tabla 1. Habilidades para la cuarta revolución industrial y sus respectivas abreviaturas

A partir de estas habilidades la adquisición y gestión de información se facilita a los estudiantes, de manera que el grado de aprendizaje de los estudiantes dependerá del desarrollo de estas habilidades y la motivación que tengan para aprender nuevos conocimientos.

III. METODOLOGIA

Para el desarrollo de habilidades en la cuarta revolución industrial, se plantea un ciclo de talleres con un total de 13 sesiones. Cinco de ellas se enfocan en motivar el desarrollo de habilidades blandas [22]; estas sesiones cuentan con metodologías activas y participativas en donde se limitó el componente de formación técnica formal. Por otro lado, las 8 sesiones restantes cuentan con un enfoque mayoritariamente tecnológico y técnico donde se trataron temas enfocados a la resolución de problemas, creación de proyectos, prototipado y herramientas de tecnologías libres con el fin de motivar el desarrollo de habilidades duras o conocimientos. En la figura 2 se presenta un esquema de la metodología propuesta para el desarrollo de los proyectos.

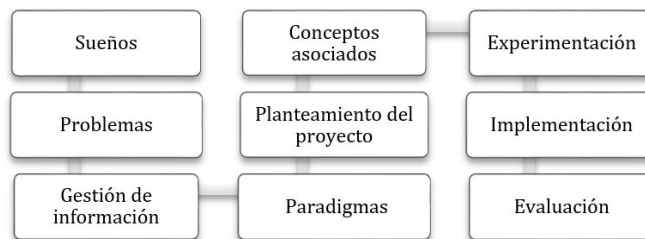


Fig. 2 Esquema de la metodología de aprendizaje basado en proyectos y problemas

De manera que a través de los sueños de las personas se desarrolla la motivación y la actitud con la que van a enfrentar los problemas, posteriormente se van a documentar acerca del problema que quieren tratar, para que a través de la ruptura de paradigmas realicen el planteamiento del proyecto busquen los conceptos para desarrollarlo, lleven a la práctica esos conceptos y realicen la implementación. A continuación, se presenta un resumen de las 5 sesiones motivacionales puntualizando los principales objetivos de cada sesión:

1. *Soñar*: Empoderar a los asistentes con el fin de ser conscientes en cuanto a que pueden solucionar lo que ellos imaginan, de esta forma se clasifican los sueños según el esquema de la figura 3, con el fin de agrupar sueños que apunten a la misma dirección.

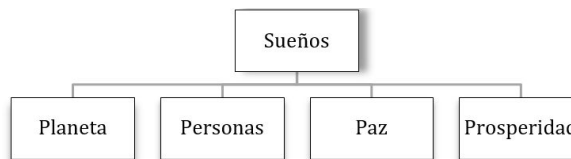


Fig. 3 Clasificación de los sueños

2. *Problema*: Reconocer los problemas en su entorno, de manera que se muestre como se indica en la figura 4 cómo abordarlo, por qué resolverlo y los conceptos asociados.

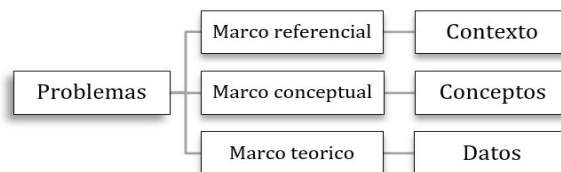


Fig. 4. Componentes de un problema

3. *Paradigmas*: Romper los paradigmas que el sistema educativo, la sociedad y hasta ellos mismos han creado y los limita, todo esto con el fin de resolver problemas reales.

4. *Diseño*: Establecer las nociones básicas sobre diseño, la importancia de saber diseñar eficientemente y cómo aplicarlo al proyecto.

5. *Escritura creativa*: Esta sesión se enfoca en mostrar la escritura como herramienta de divulgación de ideas que abre oportunidades para el crecimiento de los proyectos de los estudiantes.

Adicionalmente, el planteamiento metodológico de las sesiones técnicas se encuentra a continuación:

1. *Planteamiento del Proyecto*: Plantear de manera creativa un proyecto que esté orientado a resolver una problemática real. Fundamentación en objetivos SMART (Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes y contando Tiempo determinado), de manera que se definen a partir del contexto, los conceptos y los datos del problema, como se muestra en el esquema de convergencia de la figura 5.



Fig. 5 Habilidades para la cuarta revolución industrial y sus respectivas abreviaturas

2. *Teoría de Sistemas*: Entender cualquier tipo de aplicación como un sistema (entidad con diferentes partes interrelacionadas que conforman un todo, con entradas, salidas, correlaciones entre esas partes, donde un cambio de una parte del sistema afecta a las demás y al tiempo al sistema completo) orientado tanto al tema tecnológico como de un proyecto en general. En esta sesión también se hablarán sobre sensores y actuadores (como parte del sistema) y su manejo

con Arduino.¹

3. *Programación Creativa*: El propósito es motivar el aprendizaje y uso de la programación como un medio y no como un fin, concibiéndola como una herramienta que abre paso a nuevas y diferentes herramientas más grandes para solucionar problemas desde la tecnología de forma creativa y reflexiva.

4. *Automatización*: Mostrar y entender las ventajas de la automatización dentro de cada aplicación o solución de problema. En esta sesión se planea realizar una actividad disruptiva y significativa donde los asistentes entiendan que, en ocasiones, la solución más eficiente a un problema es la automatización de actividades repetitivas y precisas.

5. *Diseño y Prototipado*: Aplicar los conceptos abordados en el taller motivacional sobre diseño (funcionalidad, eficiencia, recursividad), su correlación con prototipado y su importancia dentro de la creación de un proyecto.

6. *Sostenibilidad*: Entender cuál es la importancia del desarrollo tanto sostenible como sustentable dentro de la cuarta revolución industrial y aplicarlo al desarrollo el proyecto.

7. *IoT² - 2 sesiones*: Conocer de qué manera el IoT (*Internet of Things* o Internet de las cosas) está cambiando el mundo en términos de interconectividad digital de objetos, para que los alumnos consideren este tipo de soluciones tecnológicas en sus proyectos y sean satisfactoriamente implementadas si estas satisfacen las necesidades del problema que abordan. Se plantea en 2 sesiones, no necesariamente consecutivas, debido a la extensión del tema.

Estas sesiones de tipo Técnico contarán con un formato general que se presenta a continuación:

Sección Activa: 5 minutos de una actividad disruptiva que active el interés y saque al alumno de la rutina y la zona de confort; 10 minutos de *pitch* inicial (presentación verbal breve) por parte de alumnos voluntarios, con el fin de conocer las expectativas que tienen sobre el taller; entre 15-20 minutos de “teoría” para tratar la temática específica del taller, de la manera más activa y práctica posible, con la intervención constante de los alumnos.

¹ Compañía italiana, que funciona bajo filosofía libre. Produce tarjetas de desarrollo que utilizan microcontroladores y entornos de desarrollo (*IDE*).

² Acrónimo de *Internet of Things*, paradigma tecnológico en el que los objetos, personas, sistemas y recursos de información que se interconectan mediante servicios inteligentes, con el fin de reaccionar de acuerdo a la información obtenida.

Sección Técnica: Tiempo de trabajo libre acompañados por mentores, orientado siempre al desarrollo de cada proyecto; 15-20 minutos de pitch final donde los alumnos venden su idea de proyecto y comunican los cambios que han desarrollado desde el último pitch; para finalizar, se dedican 5 minutos para hacer un abre bocas del siguiente taller, con el fin de activar la curiosidad del alumno y fomentar la asistencia.

| Ciclo de talleres | | | |
|--|------------------|--|---------------|
| Sesiones motivacionales (para habilidades blandas) | | Sesiones Técnicas (para habilidades duras) | |
| Nombre | Habilidades | Nombre | Habilidades |
| Soñar | SPC, Ini, Col | Planteamiento | SPC, PC, Cre |
| Problema | PC, FC, RdD, Cre | Teoría de Sistem. | FC, TdD, SPC |
| Paradigmas | PC, Ini | Programación Creat. | PC, FC, Cre |
| Diseño | Cre, Ini, Lid | Automatización | FC, TdD, Ini |
| Escritura creativa | FC, Cre, Com | Diseño y Prototip. | Cre, Ini |
| | | Sostenibilidad | PC, SPC, TdD |
| | | lot1 | SPC, Cre, PC, |
| | | lot2 | FC, Lid |

Tabla2. Habilidades para la cuarta revolución industrial en el ciclo de talleres

IV. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para realizar la evaluación se propuso someter la metodología a una rúbrica de evaluación planteada por Laura Campo Cano [23], ya que está basada en factores determinantes dentro del desarrollo específico de los talleres, dichos factores serán presentados más adelante. En este tipo de rúbrica se proponen 10 aspectos fundamentales a la hora de evaluar los proyectos de aprendizaje en el contexto universitario. Estos aspectos fueron adaptados y modificados de acuerdo a los resultados que se busca analizar en nuestra metodología puntual, de manera que se modifica el de desarrollo de competencias por el de desarrollo de habilidades, se descartó el de institucionalización académica y se agregaron los de asistencia constante y proyectos finales:

- Enfoque de aprendizaje profundo.
- Desarrollo de habilidades.
- Nivel de participación de los estudiantes.
- Evaluación del proyecto.
- Seguimiento académico de la entidad.
- Transdisciplinariedad.
- Impacto y proyección social.
- Trabajo en red.
- Asistencia constante.
- Proyectos desarrollados.

Lo anterior con el fin de evaluar y analizar los resultados en el ciclo de talleres anteriormente descritos, ya que se va a desarrollar un componente de aprendizaje basado en proyectos y la asistencia no es obligatoria ni significa una nota para los

participantes, siendo un indicador del grado de motivación de los participantes.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 13 sesiones se desarrollaron sin ningún imprevisto teniendo un promedio de asistencia entre 21 a 26 personas, las cuales formaron 6 grupos de 3 personas y 2 de 4 personas. Como se puede observa en la Figura 4, la población de asistentes se mantiene hasta la sesión 8 en donde las personas que empezaron a faltar, manifestaron que lo hicieron debido a problemas extrínsecos, por ejemplo, escaso tiempo debido a sus responsabilidades académicas en la universidad o problemas personales o familiares, más que porque no les generará motivación, evidenciando que las estrategias de motivación arrojaron resultados satisfactorios.

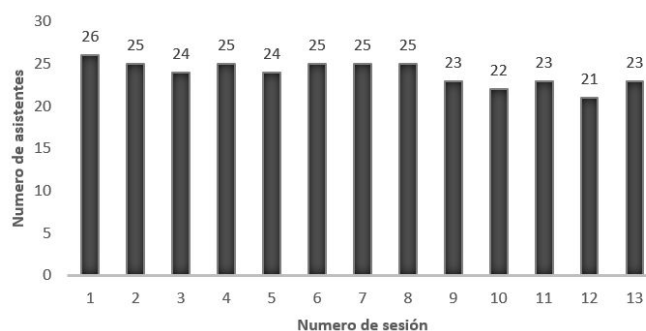


Fig.4 Gráfica de asistencia a los talleres

En cuanto al desarrollo de los proyectos un grupo llegó a la formulación del proyecto, tres grupos realizaron la formulación y diseño, y cuatro grupos lograron implementar el proyecto a baja escala acotando este a la problemática planteada, a partir de esto se evaluó el trabajo desarrollado con el fin de determinar por qué no se logró la implementación del proyecto, de manera que las principales causas fueron la falta de recursos y las dificultades en la acotación del problema.

A partir de los resultados globales se evaluó la metodología con la rúbrica descrita anteriormente, indicando el nivel de calidad en cada uno de los aspectos siendo el nivel 1 el más bajo en calidad y el nivel 4 el más alto en calidad.

Enfoque de aprendizaje profundo: En este aspecto la metodología se encuentra en el nivel 4, de manera que desarrolla estrategias de aprendizaje que se fundamentan en la motivación de los estudiantes por la temática, y en base al desarrollo de proyectos se maximiza la comprensión y la indagación.

Desarrollo de habilidades: En este aspecto la metodología se encuentra en el nivel 3 ya que simplemente motiva el desarrollo de habilidades a partir de las estrategias generadas más no incide directamente en estas.

Nivel de participación de los estudiantes: Se determinó que la metodología se encuentra en el nivel 4 de manera que se evidencio que los participantes son agentes activos en el desarrollo de su propio aprendizaje y no sienten temor de proponer y exigir más espacios de participación.

Evaluación del proyecto: Se clasificó la metodología en el nivel 4 de manera que se plantea una rúbrica para la evaluación continua del proyecto formativo y se busca mejorarlo a futuro.

Seguimiento académico de la entidad: En este caso al no ser un proyecto institucional, el grupo estudiantil que dirige las actividades hace las veces de entidad de forma que se hace un seguimiento entre el grupo director del proyecto y los participantes dándole un nivel 4 a la metodología.

Transdisciplinariedad: El público objetivo son estudiantes de primeros semestres de Ingeniería electrónica sin embargo los talleres fueron realizados abiertos al público de manera que se integraron otras disciplinas al trabajo entorno a los problemas planteados, sin embargo no se logró complementar los equipos con la variedad de disciplinas por lo cual se le otorga el nivel 2 en este ítem.

Trabajo en red: Para este ítem no se genero lo propuesto en la rúbrica que es generar lazos con una comunidad social y la institución evidenciando que es fundamental que los retos planteados puedan ser implementados en la sociedad por lo cual este ítem no es posible calificarlo en la rúbrica pero es de vital importancia tenerlo en cuenta en próximas implementaciones.

V. CONCLUSIONES

- A lo largo del desarrollo de las actividades concernientes al ciclo de talleres se puede evidenciar el papel que juega la motivación dentro del proceso de aprendizaje, donde no sólo se buscó explorar las motivaciones intrínsecas en cada asistente sino determinar la mejor manera de potenciar la misma, mediante estrategias que abordan la motivación extrínseca como factor determinante en el proceso educativo.

- El uso de estrategias y metodologías disruptivas dentro del aula de clase permitió la generación de espacios de participación y aprendizaje que no son presentados por la educación convencional y que proporcionan al estudiante una visión diferente del proceso educativo en el cual siempre ha participado pero ahora lo hace de manera activa y crítica.
- La cuarta revolución es un conjunto de paradigmas y conceptos que enmarcan los cambios significativos en los modos de producción, en la creación de valor, estrategias educativas, solución de problemas, entre otros. Es por esto que es pertinente ahondar en los conceptos clave y habilidades o competencias desde el punto de vista pedagógico, especialmente en las facultades de ingeniería, una de las profesiones que más tendrá que adaptarse al nuevo mundo que nos depara.
- La creación de objetivos concretos para el ciclo total de talleres, desde una etapa de formulación y preparación, fue de vital importancia debido a que se manejaron lineamientos concretos orientados a motivar e incentivar el conocimiento por esta cuarta revolución industrial y las habilidades concernientes a la misma. Adicionalmente en el proceso de formulación de los talleres fue útil el uso de estrategias de educación activa, como lo son el caso del aula invertida, las actividades disruptivas, el ABP, entre otras, para orientar las actividades y lograr converger a temas específicos dentro de la cuarta revolución industrial.
- La creación, seguimiento y consolidación de un proyecto es una herramienta que enmarca de la mejor manera posible la interrelación de la motivación intrínseca con la extrínseca. En la etapa inicial de los talleres se generó la propuesta de un proyecto basado netamente en los intereses individuales, habilidades, conocimientos y criterio o conducta propia, donde fue posible abordar y explorar las motivaciones intrínsecas de cada estudiante, entendiendo la diversidad de pensamientos y expectativas como parte fundamental del proceso de aprendizaje. De manera consecuyente y progresiva se realizó la convergencia orientada de cada uno de los proyectos de manera que fueran desarrollados en su totalidad. En este caso, las herramientas educativas para generar motivación extrínseca fueron, entre muchas usadas a lo largo de todo el proceso, las actividades disruptivas, la generación de conocimiento colectivo, el trabajo en equipo como una herramienta de crecimiento personal, las habilidades comunicativas y su relevancia en el mundo actual.

- Fue necesaria la implementación de diferentes métodos de evaluación para determinar el impacto que el ciclo de talleres tuvo en los estudiantes, la mayor parte de ellos no formalizados debido a la apropiación o personalización de las opiniones, pero sin duda algunas las rúbricas evaluativas jugaron un papel fundamental en este proceso.

AGRADECIMIENTOS

La implementación y desarrollo de este ciclo de talleres fue posible gracias al apoyo del grupo estudiantil Proyecto Eléctrica, grupo perteneciente al departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia, el cual se ha encargado desde su refundación en el año 2013 de recuperar el papel social de la ingeniería, y hoy por hoy una de sus principales actividades se encuentra orientada a la innovación educativa dentro de la Facultad. A todos y cada uno de los mentores y miembros del equipo de Proyecto Eléctrica por hacer realidad estos talleres y crear en la disrupción educativa. A los docentes que hicieron parte activa de este proceso de cocreación, al profesor Fernando Herrera y al profesor Pablo Rodríguez, por guiar y fomentar la creación de un proyecto consolidado. A los asistentes a cada uno de los talleres, por su constancia, dedicación y buenas ideas que nutrieron este proceso de las mejores experiencias posibles.

REFERENCIAS

- [1] G. Psacharopoulos, M. Woodhall. *Education for Development An Analysis of Investment Choices*. The World Bank Oxford University Press. 1985. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1021.8923&rep=rep1&type=pdf>
- [2] P. Meira. “De los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos para el Desarrollo Sostenible: el rol socialmente controvertido de la educación ambiental”, En *Revista de Intervención socioeducativa*, 2015, pp. 58-73 https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Meira/publication/292156264_De_los_Objetivos_de Desarrallo_del_Milenio_a_los_Objetivos_para_el Desarrallo_Sostenible_el_rol_socialmente_controvertido_de_la_educacion_ambiental/links/56ab906908aed5a0135c21f8.pdf
- [3] World Economic Forum. *New Vision for Education Unlocking the Potential of Technology*. Geneva Switzerland: World Economic Forum, 2015.
- [4] F. Díaz, G. Hernández. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGrawHill, 1989. http://dip.una.edu.ve/mpe/025disenoinstruccional/lecturas/Unidad_III/Es tratDocParaUnAprendSignif.pdf
- [5] I. Solé. “El apoyo del profesor”. En *Revista aula de innovación educativa*, vol. III (12), pp. 32-43, Mayo 2001.
- [6] M. Carretero. *Constructivismo y Educación*. Capítulo 3, 2004. Disponible en línea: http://galeon.hispavista.com/pczau/resdid_carr.htm.
- [7] J. Ospina. “La motivación, motor del aprendizaje” en *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 4, 2006, pp. 158-160
- [8] F. García, “Factores que influyen en el aprendizaje,” En: *Taller de estrategias didácticas para la enseñanza de la biología*. <http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/biblioteca/articulos/pdf>.
- [9] Papert, S. *La máquina de los niños*, Ediciones Paidós, 1995.
- [10] F. Mossi. “El dibujo. Enseñanza aprendizaje”. Universidad Politécnica de Valencia. 1999.
- [11] S. Swartz, M. Pollishuke. “Aprendizaje activo”. *Narcea Ediciones*. 1995
- [12] M. Fullan, P. Hill, C. Crévola. “Breakthrough,” in Corwin Press, 2006.
- [13] M. Cabrol, E. Severin. *TICs en educación: una innovación disruptiva*, Banco Interamericano de Desarrollo. <https://www.educ.ar/recursos/116181/tics-en-educacion-una-innovacion-disruptiva>
- [14] L. Galenana. “Aprendizaje basado en proyectos,” no publicado.
- [15] M. Knoll. *The project method: its vocational education origin and international development*. University of Bayreuth. 1997. Disponible en <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v34n3/Knoll.html>
- [16] J. López. *La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones*. Eduteka. <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomCuadro>
- [17] What are the 21st-century skills every student needs?, *World Economic Forum*. <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-job-s-students/>
- [18] J. Henry, *Essays on Education*, Harmondsworth, Penguin Books, 1971, págs. 72-183.
- [19] W. Ong, *Oralidad y escritura. Tecnologías de la palabra*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982, págs. 15-80.
- [20] M. Tucker, *Thinking for a Living. Education and the Wealth of Nations*, Nueva York, Basic Books, 1992, p. 14.
- [21] J. Brunner, “Globalización, Educación, Revolución Tecnológica,” *Educación Superior*, vol. II, no 2, pp. 111-136, Enero - Junio 2002.
- [22] S. Scheiner. “La revolución de las habilidades blandas”. *La Nación*. 2014 [online]. Disponible en: <https://www.lanacion.com.ar/1658642-la-revolucion-de-las-habilidades-blandas>
- [23] L. Campo, “Una rúbrica para evaluar y mejorar los proyectos de aprendizaje servicio en la universidad”, *Ridas*, no 1, pp. 91 -111, 2015.