

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

Andrés Felipe Duque Montenegro, 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. For this reason, the problems of the next society should be addressed from the formation of human talent, which is a transversal axis 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 to the resolution of problems framed in the Sustainable Development Goals. In each session, students use the methodology based on problems, this through participatory strategies implemented in each one of the workshops and across this, throughout the total cycle a development of project-based learning.

Finally, the results of implementing the methodology will be presented, including the evaluation criteria and the discussion about the results and how the PBL methodology helped in the development of the skills for the fourth industrial revolution. This paper will be concluded with the reflection of the methodological experience and also some future work proposals.

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 con sus contextos regionales y recientemente con la globalización a un enfoque mundial, es así como el sistema educativo funciona como una herramienta de los dirigentes a la hora de transformar paradigmas en las sociedades [1]. Por esto es necesario realizar evaluaciones continuas del diseño de las estructuras de formación en el ámbito educativo, y su adaptación 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 (ODS) para el horizonte 2030. En esta agenda se plantea la educación como objetivo y se toma como referencia en otros ODS, como los objetivos 12 y 13 que mencionan la educación para el desarrollo sostenible y la mitigación del cambio climático [2]. Las nuevas tecnologías también juegan un papel importante en el desarrollo sostenible, puesto que permiten mitigar el impacto del medio ambiente por medio de la optimización de los procesos productivos. Por esto los países con mayor desarrollo tecnológico buscan la formación de su población, siendo la educación un referente a la hora de desarrollar 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, donde también se plantea que la educación debe ser modificada para adaptarse al avance de las nuevas tecnologías y que esta revolución puede ser un gran aliado para conseguir las metas planteadas en los ODS. Así, se observa que el sistema socio-político converge en 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 cuya base sea la memorización de conocimientos para obtener calificaciones en exámenes, sino por el contrario, 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 su gestión 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. La gran mayoría de estas estrategias busca centrar la didáctica en los estudiantes y generar una formación integral, en donde se motive a que cada estudiante sea un agente activo en su proceso de aprendizaje, desarrollando habilidades que puede aplicar de forma autónoma fuera del ámbito institucional [5]. El propósito es aprovechar las ventajas que hoy ofrecen las tecnologías de la información en la gestión del propio conocimiento y articularlas al propósito de vida. Por esto es necesario abordar la pregunta sobre cómo enseñar desde una perspectiva emotiva, motivacional y práctica que logre cambiar el paradigma del estudiante 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 con las necesidades y propósitos que se plantee.

II. Marco conceptual

A. Motivación en la educación

La motivación juega un papel fundamental en la mayor parte de los procesos que rodean la pedagogía, debido a que se fundamenta 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 considerarlo 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, especialmente a nivel universitario [6]. De igual manera, se genera un vínculo alrededor del conocimiento, que enmarca paradigmas como la guía, la estimulación en el aprendizaje, la percepción del conocimiento en sí y los objetivos. Todo esto debería estar orientado a ayudar a encontrar el sentido o motivación del aprendizaje, con el fin último de servir como una guía para el estudiante [7].

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 con base en sus dos principales manifestaciones: motivación intrínseca y motivación extrínseca. Estas dos clases de motivación son concebidas como los principales enfoques cognitivos 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 [8]. 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, “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” [9]. Esta acción o impulso son la manera más intuitiva de considerar este tipo de motivación en metodologías usualmente implementadas en los procesos de aprendizaje, como las calificaciones, los incentivos impartidos por el docente o el “castigo” como figura representativa del esfuerzo. Generalmente, este tipo de motivación conlleva al desenfoco del aprendizaje, debido a que los alumnos se esfuerzan para 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 constructivismo¹, el aula invertida (Flipped Classroom)², el aprendizaje basado en problemas³ (ABP o PBL por sus siglas en inglés) y su extensión a proyectos⁴ que buscan 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 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 en la cual 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.” [10]. La pedagogía participativa es, pues, un proceso desarrollado en el aula que se centra en el estudiante en lugar de en el 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 [11]. 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 participativo 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 [12].

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

¹ Metodología que plantea dar herramientas al estudiante para que él forme su conocimiento desde una perspectiva dinámica, interactiva y participativa.

² Estrategia pedagógica que consiste en que el alumno consolide los conocimientos antes de la clase por medio de información suministrada por el docente, posteriormente en la clase los

estudiantes comparten su información y el docente la consolida.

³ Estrategia educativa que busca desarrollar conocimiento en los alumnos a través de la resolución de problemáticas.

⁴ Estrategia educativa desarrollada a partir del ABP, que consiste en el desarrollo y consolidación del conocimiento a partir de la formulación, desarrollo e implementación de un proyecto.

aprendizaje activo pretende motivar la participación y la reflexión constante del estudiante donde haya un uso permanente del diálogo, que sirva de puente para manifestar conocimientos, sentimientos, experiencias y, finalmente, aprendizaje.

Finalmente cabe mencionar que incluyendo la comprensión y el significado conceptual de diferentes temas dentro de las metas del proceso de aprendizaje [8], es posible llegar a dinámicas que permitan reflexionar a partir de las experiencias, compartirlas y comunicarlas de múltiples maneras. 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. Aprendizaje basado en problemas enfocado a la sostenibilidad

La cuarta revolución industrial plantea la resolución de problemas por medio de sistemas complejos y nuevas tecnologías, es así como se vislumbra una oportunidad para el desarrollo sostenible de las sociedades y el medio ambiente, lo cual nos acerca cada vez más al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados por la ONU [13]. De esta forma la Agenda de Desarrollo Sostenible estipula un marco de referencia para los problemas que se presentan en el mundo por medio de 17 objetivos y 169 metas, permitiendo direccionar la problemática asociada a un objetivo en cualquier contexto y generar interés por los diferentes gobiernos de los países miembros de las Naciones Unidas y los actores económicos que interactúan con estos [14].

A partir del aprendizaje basado en problemas se tiene la oportunidad de desarrollar habilidades, competencias y conocimiento para los estudiantes, además de generar un valor agregado a la sociedad por medio de la resolución de problemas donde se articulan las necesidades de los estudiantes con las de la sociedad generando una interrelación en donde los estudiantes tienen la posibilidad de aprender resolviendo problemas reales [15]. Sin embargo, estos problemas muchas veces no tienen un marco de referencia [15, pp 131-133], es así como la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible juega un papel importante en esta estrategia educativa puesto que sirve como referente para acotar y enmarcar las problemáticas a un contexto internacional y gubernamental en donde se le da prioridad a las soluciones que conlleven a dar cumplimiento a los ODS. Así, las problemáticas propuestas por los estudiantes se vuelven relevantes en un contexto local referido a un marco internacional, siendo esto, un motivante más para construir su conocimiento.

D. Aprendizaje a partir de proyectos

El aprendizaje basado en proyectos nace como 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, y en las aplicaciones de dichos conceptos [16]. Esta estrategia 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 al desempeño de procesos cognitivos, debido a que la aplicación de los conceptos adquiridos en estos procesos toma sentido y son de fácil comprensión gracias a su implementación en los proyectos y la solución de problemas. Adicionalmente, el concepto en este tipo de aplicación del conocimiento adquirido se potencializa en la medida en que los problemas a resolver sean de mayor relevancia en la vida real, y los proyectos se desarrollen orientados a la solución de problemáticas reales [17].

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 [18]. 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 viene la Aplicación, Comprensión, Estudio, Creación y Evaluación, como se puede observar en la Figura 1.

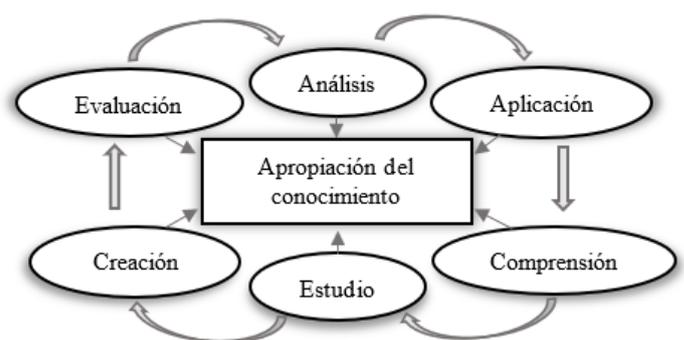


Fig.1 Esquema adaptado de la Taxonomía de Bloom [18]

Lo que plantea el desarrollo de proyectos es una articulación de las categorías dentro de esta Taxonomía, donde el proceso de aprendizaje esté 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 generalmente de manera autónoma, se desarrollan diferentes habilidades como 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 hacia estrategias alternativas de este estilo, que sirvan como herramienta de motivación para el desarrollo de habilidades a partir de la resolución de problemas complejos.

E. 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 con el de construir de una manera activa y reflexiva [19].

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 y su transformación en conocimiento. Además, proveen múltiples formas de compartirlo gracias a la enorme conectividad que proporciona, promoviendo así el *aprendizaje colaborativo* dentro de cualquier tipo de comunidad [19].

En cuanto a las condiciones en que se desarrollan dichas estrategias, se plantea que, según las propuestas de Michael Fullan y sus coautores [19], la implementación de proyectos TICs en educación debe considerar de forma dinámica al menos tres elementos, si pretende cumplir el requisito indispensable de modificar sustancialmente las prácticas educativas [20]:

- 1) Personalización, donde no se concibe a los estudiantes como una porción de población a la que se imparten los mismos conocimientos, con las mismas estrategias y al mismo ritmo, sino que tiene la capacidad de adaptarse según los intereses y condiciones particulares de cada alumno.
- 2) Precisión, en el sentido de que la información requerida debe de ser 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.
- 3) Aprendizaje profesional, que plantea un nuevo papel para los docentes donde no sólo se limitan a la formación de los alumnos, sino también abordan la formación 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 e invitan 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.

F. La cuarta revolución educativa

Desde que el ser humano desarrolló la comunicación, ha sentido la necesidad de diseñar un modelo de transferencia de conocimientos [21]. Por esta razón, 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, sin embargo, pocas personas podían acceder a estas, la educación comenzaba tarde y los conocimientos eran impartidos por la iglesia [22]. Posteriormente, se da inicio a la creación de un sistema público de formación, establecido por los estados-naciones durante el renacimiento hasta la revolución industrial, que dio lugar a la segunda revolución educativa [22].

Con la agrupación de las instituciones, y durante todo el siglo XX, se da la tercera revolución, donde se plantea la necesidad de formar masivamente a las personas con el fin de cubrir las necesidades sociales, industriales y económicas, lo que generó diferentes ramas del conocimiento. De esta forma, se adoptan algunas de las características de la educación formal que conocemos hasta el día de hoy [23]:

- 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 la filosofía y las 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 [23] y se ha empezado a gestar la cuarta revolución educativa, paralela al nuevo contexto de la cuarta revolución industrial. Esto ha generado, sin lugar a dudas, un cambio de paradigmas en la forma en que se debe

aprender, donde 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.

G. Habilidades para la cuarta revolución industrial

El desarrollo de habilidades es uno de los objetivos de 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, es decir, 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 las habilidades y actitudes 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, ya 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 e integran la estructura básica de una formación a partir de competencias [24].

En contexto con la formación descrita anteriormente, el Foro Económico Mundial planteó 10 habilidades blandas fundamentales en el nuevo contexto de la cuarta revolución industrial [25], las cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Habilidades para la cuarta revolución industrial y sus respectivas abreviaturas. [25]

Habilidades	Abreviación
Solución de 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

III. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de habilidades en la cuarta revolución industrial, se plantea un ciclo de talleres con un total de 13 sesiones, cinco de las cuales se enfocan en motivar el desarrollo de habilidades blandas [26]. 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 en 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 [27]. En la Figura 2 se presenta un esquema de la metodología propuesta para el desarrollo de los proyectos.

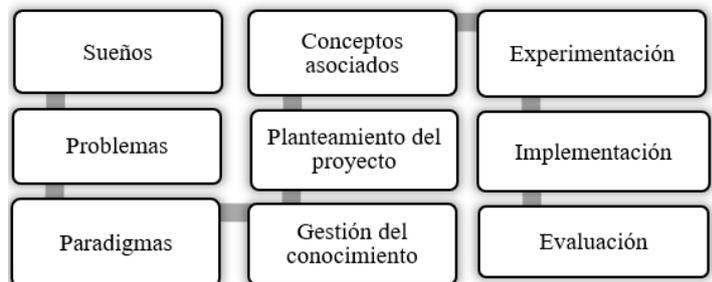


Fig. 2 Esquema de la metodología de aprendizaje basado en proyectos y problemas Fuente: Elaboración propia.

A través de los sueños de las personas se desarrollan 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 para que ellos sean conscientes de su capacidad para solucionar lo que ellos imaginan. En esta sesión se busca que los participantes exploren sus anhelos a partir de sueños orientados a la sostenibilidad. Los sueños se clasifican según el esquema de la figura 3, el cual se compone de 4 ejes temáticos, con el fin de formar los grupos de estudiantes para el desarrollo de un proyecto en torno a la similitud de sus intereses.



Fig. 3 Clasificación de los sueños. Fuente: Elaboración propia.

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

3. *Paradigmas*: Entendiendo el paradigma como la visión del mundo que tienen los asistentes, esta sesión busca romper los paradigmas que los limitan y que han sido desestimados por el sistema educativo, la sociedad y hasta por ellos mismos. Todo esto con el fin de entender que gracias al contexto tecnológico pueden acceder a información para resolver problemas reales.

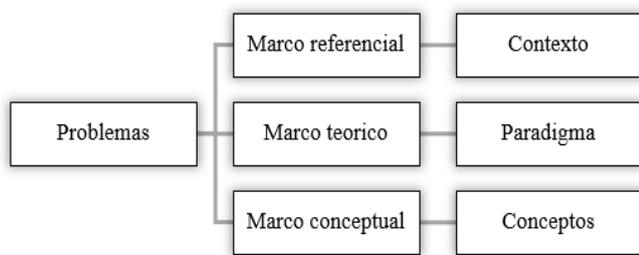


Fig. 4. Componentes de un problema. Fuente: Elaboración propia.

4. *Diseño*: Establecer las nociones básicas sobre diseño, la importancia de saber diseñar eficientemente, las herramientas digitales que existen y cómo aplicar esto al proyecto.

5. *Escritura creativa*: Esta sesión se enfoca en mostrar la escritura como herramienta de divulgación de ideas que abre oportunidades para el desarrollo, evaluación y 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 SMART⁵, los objetivos del proyecto se definen a partir del contexto, los paradigmas y los conceptos asociados al problema, como se muestra en el esquema de convergencia de la Figura 5.

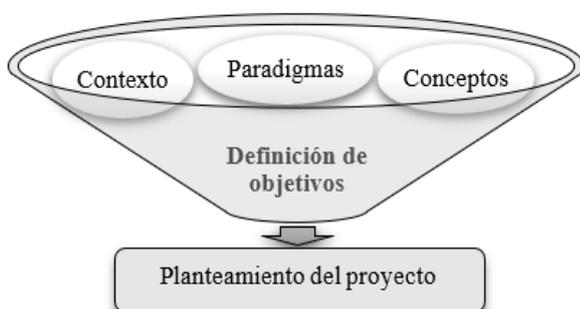


Fig. 5 Elementos para definir los objetivos del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

2. *Teoría de sistemas*: Entender cualquier tipo de aplicación como un sistema, es decir, como una 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. Estos sistemas están orientados tanto al tema tecnológico como al de un proyecto en general. En esta sesión también se explica sobre sensores y actuadores (como parte del sistema) y su manejo con Arduino.⁶

⁵ Criterio de planteamiento de objetivos usados en la implementación de proyectos, su nombre se deriva de las siglas en inglés cuya traducción corresponde a Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes y contando Tiempo determinado.

⁶ Compañía italiana, que funciona bajo filosofía libre. Produce tarjetas de desarrollo que utilizan microcontroladores y entornos de desarrollo (IDE).

3. *Programación creativa*: El propósito es motivar el aprendizaje y uso de la programación como un medio y no como un fin, es decir, 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 en la cuarta revolución industrial y aplicarlo al desarrollo el proyecto.

7. *IoT⁷ - 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 y 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.

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

En la tabla 2 se indica la clasificación de las sesiones entre habilidades blandas y duras, sin embargo, en todas las sesiones hay un desarrollo de habilidades blandas las cuales son indicadas por su abreviatura.

⁷ 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 con la información obtenida.

Tabla 2. Habilidades para la cuarta revolución industrial en el ciclo de talleres. Fuente: Elaboración propia.

Ciclo de talleres			
Sesiones motivacionales (Habilidades blandas)		Habilidades duras (Habilidades duras)	
Sesión	Habilidades	Sesión	Habilidades
Soñar	SPC, Ini, Col	Planteamiento	SPC, PC Cre
		Teoría de sistemas	FC, TdD, SPC
Problema	PC, FC, TdD, Cre	Programación creativa	PC, FC Cre
		Automatización	FC, TdD, Ini
Paradigmas	PC, Ini	Diseño y prototipo	Cre, Ini
		Sostenibilidad	PC, SPC, TdD
Diseño	Cre, Ini, Lid	Iot 1	SPC, Cre, Pc
Escritura	FC, Cre, Com	Iot 2	FC, Lid

IV. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para realizar la evaluación, se propuso someter la metodología a una rúbrica de evaluación planteada por Laura Campo Cano en [28], ya que está basada en factores determinantes dentro del desarrollo específico de los talleres, que 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 con los resultados que se analizan en la metodología que se implementó. De esta manera se cambió el aspecto de desarrollo de competencias por el desarrollo de habilidades debido a que se consideran fundamentales en el inicio de una carrera universitaria, se descartó el aspecto de institucionalización académica puesto que no hace parte de un programa institucional, se agregó el de asistencia constante con el fin de evaluar la motivación por asistir a las sesiones y proyectos finales para evaluar el grado de compromiso de los equipos de trabajo. A continuación, se enuncian los criterios utilizados para la evaluación de la metodología implementada:

- 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.

Con el fin de evaluar y analizar los resultados en el ciclo de talleres anteriormente descritos, se desarrolló un componente de aprendizaje basado en proyectos. La asistencia no es obligatoria ni significa una nota para los participantes, así que es posible considerarlo como un indicador del grado de motivación de los participantes.

Los criterios previamente mostrados fueron escogidos para guiar la evaluación en temas fundamentales dentro de la metodología del aprendizaje basado en proyectos, donde se resaltan cualidades como la transdisciplinariedad y el seguimiento académico de los proyectos.

Una consideración adicional con respecto a la evaluación metodológica es que las habilidades para la cuarta revolución industrial pudieron ser evidenciadas de forma cualitativa gracias al proceso de desarrollo de los proyectos realizados por los equipos de trabajo, principalmente haciendo énfasis en 4 habilidades fundamentales: la comunicación, la creatividad, la colaboración y el pensamiento crítico.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 13 sesiones se desarrollaron sin ningún imprevisto, con un rango de asistencia entre 21 y 26 personas, las cuales formaron 6 grupos de 3 personas y 2 de 4 personas. Como se puede observar en la Figura 6, la población de asistentes se mantiene hasta la sesión 8. 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 por falta de motivación, lo que evidencia que las estrategias de motivación arrojaron resultados satisfactorios.

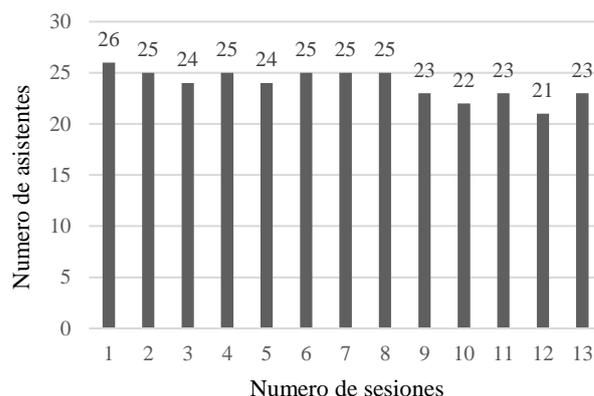


Fig. 6 Gráfica de asistencia a los talleres

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 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 en algunos grupos y se concluyó 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, donde el nivel 1 fue 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, lo que significa que desarrolla estrategias de aprendizaje que se fundamentan en la motivación de los estudiantes por la temática, y con base en el desarrollo de proyectos se maximiza la comprensión y la indagación.

Desarrollo de habilidades: En este aspecto la metodología se encuentra en el nivel 4, ya que motiva e incide en el desarrollo de habilidades a partir de las estrategias generadas; esto, con especial énfasis en las habilidades comunicativas por medio de *pitch* en donde los asistentes presentaron avances de su proyecto en 8 de las 13 sesiones con un tiempo establecido, en las habilidades de colaboración por medio del trabajo en equipo en los grupos establecidos y en red con estudiantes de semestres más avanzados, en las habilidades de pensamiento crítico en las actividades de analizar, entender y discutir el conocimiento que se gestionó para el desarrollo del proyecto y por último en las habilidades de creatividad al proponer soluciones a problemas complejos con una transformación de su paradigma además de prototipar con elementos de bajo costo para el desarrollo del proyecto.

Nivel de participación de los estudiantes: Se determinó que la metodología se encuentra en el nivel 4, lo que evidenció 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 totalmente abiertos al público con el fin de que se integraron otras disciplinas al trabajo en torno a los problemas planteados. Sin embargo, no se logró complementar los equipos con la variedad de disciplinas por lo cual se otorga el nivel 2 a este ítem.

Trabajo en red: Para este ítem no se generó lo propuesto en la rúbrica, que es generar lazos con una comunidad social y la institución lo cual evidencia que es fundamental que los retos planteados puedan ser implementados en la sociedad. De esta manera, este ítem no es posible calificarlo en la rúbrica, a pesar de que es de vital importancia tenerlo en cuenta en próximas implementaciones.

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 consecuente 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 en un proyecto puntual, las habilidades comunicativas y su relevancia en el mundo actual, de esta forma se evidencio como el ABP motiva el desarrollo de habilidades blandas en los participantes, lo cual les permite interactuar en una sociedad que está en constante cambio.

A lo largo del desarrollo de las actividades concernientes al ciclo de talleres, se evidencia el papel que juega la motivación dentro del proceso de aprendizaje, donde no solamente se busca explorar las motivaciones intrínsecas en cada asistente, sino también determinar la mejor manera de potenciarla, 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 en donde participan de manera activa del proceso educativo.

La cuarta revolución industrial 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. Por esto, es pertinente ahondar en los conceptos clave y habilidades o competencias desde el punto de vista pedagógico, especialmente en las facultades de ingeniería, ya que están directamente relacionadas con el desarrollo de la tecnología y sus profesionales deberán tener habilidades para adaptarse a un sistema en constante evolución.

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 de 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 aula invertida, las actividades disruptivas, el ABP, entre otras, para orientar las actividades y lograr converger en temas específicos dentro de la cuarta revolución industrial y motivar el desarrollo de habilidades blandas en los participantes.

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 formales debido a la apropiación o personalización de las opiniones, sin embargo, sin duda alguna las rúbricas evaluativas jugaron un papel fundamental en este proceso y es necesario implementar evaluaciones cuantitativas para hacer más objetivos los resultados.

AGRADECIMIENTOS

La implementación y desarrollo de este ciclo de talleres fue posible gracias al apoyo del grupo estudiantil Proyecto Eléctrica, 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 haciendo énfasis en temas educativos. 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 creer en la disrupción educativa. Al economista Freddy López Medina por la guía en su metodología de desarrollo de habilidades para la cuarta revolución industrial. A los docentes que hicieron parte activa de este proceso de cocreación, al profesor René Alexander Soto, Fernando Herrera y 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] Verger, A., Novelli, M. and Altinyelken, H. (2018). *Global education policy and international development*. 2nd ed. London: Bloomsbury Academic, pp.3-6.
- [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_Desarrollo_del_Milenio_a_los_Objetivos_para_el_Desarrollo_Sostenible_el_rol_socialmente_controvertido_de_la_educacion_ambiental/links/56ab906908aed5a0135c21f8.pdf
- [3] World Economic Forum. *Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Life on Land*. Geneva Switzerland: World Economic Forum, 2018.
- [4] K. Fuerte, "Glosario de Innovación Educativa", Observatorio de Innovación Educativa, 2018. [Online]. Disponible en: <https://observatorio.itesm.mx/edu-news/2017/9/25/glosario-de-innovacion-educativa>. [Accessed: 10- Jun- 2018].
- [5] A. Verger, M. Novelli and H. Altinyelken, *Global education policy and international development*, 2nd ed. London: Bloomsbury Academic, 2018, pp. 3-6.
- [6] M. Carretero. *Constructivismo y Educación*. Capítulo 3, 2004. Disponible en línea: http://galeon.hispavista.com/pczau/resdid_carr.htm.
- [7] Hulleman C.S., Barron K.E., Kosovich J.J., Lazowski R.A. (2016) Student Motivation: Current Theories, Constructs, and Interventions Within an Expectancy-Value Framework. In: Lipnevich A., Preckel F., Roberts R. (eds) *Psychosocial Skills and School Systems in the 21st Century*. The Springer Series on Human Exceptionality. Springer, Cham.
- [8] Monroy, F. y Hernández Pina, F. (2014). Factors affecting student approaches to learning. A siste-matic review. *Educación XX1*, 17 (2), 105-124. doi: 10.5944/educxx1.17.2.11481
- [9] 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>.
- [10] Papert, S. *La máquina de los niños*, Ediciones Paidós, 1995.
- [11] Pink, Daniel (2009). *Drive: The Surprising Truth About What Motivates Us*. Riverhead Hardcover.
- [12] S. Swartz, M. Pollishuke. "Aprendizaje activo". *Narcea Ediciones*. 1995
- [13] World Economic Forum. *New Vision for Education Unlocking the Potential of Technology*. Geneva Switzerland: World Economic Forum, 2015.
- [14] CEPAL, Naciones Unidas. *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas, Santiago: CEPAL, 2018.
- [15] Rodríguez-Mesa, F., Kolmos, A., & Guerra, A. (red.) (2017). *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- [16] L. Galenana. "Aprendizaje basado en proyectos," no publicado.
- [17] 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>
- [18] J. López. *La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones*. Eduteka. <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomCuadro>
- [19] M. Fullan, P. Hill, C. Crévola. "Breakthrough," en Corwin Press, 2006.
- [20] 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>
- [21] Poonam Veer Ramjeawon, Jennifer Rowley, (2017) "Knowledge management in higher education institutions: enablers and barriers in Mauritius", *The Learning Organization*, Vol. 24 Issue: 5, pp.366-377, <https://doi.org/10.1108/TLO-03-2017-0030>
- [22] J. Brunner , "Globalización, Educación, Revolución Tecnológica," *Educación Superior*, vol. II, no 2, pp. 111-136, Enero - Junio 2002.
- [23] Rodríguez Cavazos, Jorge (2013) Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista. *Presencia Universitaria*, 3 (5). pp. 36-45.
- [24] 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>
- [25] [1]J. Soffel, "What are the 21st-century skills every student needs?", *World Economic Forum*, 2018. [Online]. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students/>. [Accessed: 06- May- 2018].
- [26] Gómez-Pablos, V.B., Pozo, M.M., & Muñoz-Repiso, A.G. (2017). Project-based learning (PBL) through the incorporation of digital technologies: An evaluation based on the experience of serving teachers. *Computers in Human Behavior*, 68, 501-512.
- [27] A. Duque Montenegro, A. Ochoa, D. Buitrago, C. Galindo. "Hardware Libre: una tecnología democrática", Presentado en ARNA 2017, Cartagena, Colombia. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1-yR0On6piVuuMBIrgw0SXB5YNUxCKZIV/view>.
- [28] L. Campo, "Una rúbrica para evaluar y mejorar los proyectos de aprendizaje servicio en la universidad", *Ridas*, no 1, pp. 91 -111, 2015.