

El Sistema Prolog Factory como entorno de Aprendizaje Significativo

Prolog Factory System as meaningful learning environment

Fredy Rolando García Bello, Clara Cecilia Nensthiel Zorro

Resumen

Este artículo presenta una integración entre el modelo de Aprendizaje Significativo del Dr. Dee Fink implementado en la Universidad El Bosques y la aplicación del sistema Prolog Factory en procesos de manufactura. El sistema Prolog Factory trabaja bajo la metodología Kanban, es decir, que presenta una línea de producción y el sistema de entregas a clientes desde la perspectiva general de una empresa dedicada a la producción de bienes, mientras que el modelo de aprendizaje significativo es el punto de inicio para este trabajo el cual abarca las seis dimensiones del conocimiento del ser humano mencionadas por el Dr Fink. El resultado de este trabajo, fruto de una tesis de maestría en ingeniería industria, generó como producto de la investigación estudios de casos realizados con estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la universidad El Bosque, universidad Javeriana y estudiantes de especialización de Ingeniería Industrial con los que se muestra la implementación de un entorno que forma en el estudiante un conocimiento más amplio a partir del diseño y aplicación de guías de laboratorio. Éstas fueron creadas por medio de actividades orientadas en enseñanza activa, que ayudan a que el estudiante construya, amplíe y fortalezca la estructura cognitiva teniendo al docente

Abstract

This paper presents integration between the Significant Learning model presented by Dr. Dee Fink implemented in the El Bosque University and the implementation of the Prolog Factory system for manufacturing processes. On the one hand, the Prolog Factory system works under the Kanban methodology, meaning that it shows a production line and delivery systems from the general perspective of a company dedicated to the production of goods, on the other hand, Significant Learning is the starting point for this work which covers the six dimensions of knowledge mentioned by Dr. Fink. This work, product of a thesis on a masters on Industrial Engineering, conducted a research based on case studies with students from the Industrial Engineering program at University El Bosque, Pontifical Javeriana University and students of specialization in Industrial Engineering with the implementation of an environment, as a result, the student gains a broader knowledge from the design and implementation of laboratory guides. These were created through active-learning oriented activities that help students to build, expand and strengthen the cognitive structure taking the teacher as a facilitator of the teaching-learning process. With the implementation of laboratory guides in

Recibido / Received: Agosto 14 de 2014 Aprobado / Approved: Abril 14 de 2015

Tipo de artículo / Type of paper: Artículo de investigación científica y tecnológica terminada.

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Autor para comunicaciones / Author communications: Fredy Rolando García Bello, garciafredy@unbosque.edu.co;
Clara Cecilia Nensthiel Zorro, nensthielclara@unbosque.edu.co

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

como un facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con la implementación de las guías de laboratorio en los diferentes estudios de caso se confirmó que integrado Prolog Factory con el modelo de aprendizaje significativo en la Ingeniería Industrial facilita al estudiante asentar los conceptos aprendidos en su estructura cognitiva.

Palabras clave: Aprendizaje Significativo, Prolog Factory, Producción, Logística, Guías de laboratorio..

the different case studies, it was confirmed that integrating the Prolog Factory system with the Significant Learning model in Industrial Engineering helps students settle the concepts learnt in their cognitive structure.

Keywords: Significant Learning, Prolog Factory, Production, Logistics, Laboratory guides.

Introduction

Este trabajo tiene como objetivo implementar la metodología de aprendizaje significativo con los procesos educativos teórico-prácticos manejados en la universidad El Bosque, en una propuesta para el diseño y posterior desarrollo de un entorno de aprendizaje significativo para un proceso de manufactura por medio de Prolog Factory; dicho desarrollo es la base para la implementación de prácticas hechas a partir de guías de laboratorio que ayuden a los alumnos a fortalecer y hacer duraderos sus conocimientos. Desde el segundo semestre del año 2009 la Universidad El Bosque incursionó en la aplicación del modelo de aprendizaje significativo del Dr. Dee Fink, con el fin de aplicarlo en los currículos y microcurrículos de los diferentes programas que ofrece la universidad. Adicional a esto, en el año 2012, la facultad de ingeniería, adquirió una central de procesos a escala de FESTO llamada Prolog Factory; ésta busca la integración de todas las áreas de la ingeniería y se orienta a la enseñanza didáctica [10].

Ya que, hasta ahora, la universidad no cuenta con un respaldo teórico, ni las bases experimentales que permitan realizar la integración de la plataforma Prolog Factory con el modelo de aprendizaje significativo, ya que FESTO dentro del diseño de la plataforma creó el sistema con fines académicos para soportar las clases prácticas dentro de los contenidos programáticos bajo un modelo de aprendizaje práctico, basado en clases magistrales y laboratorios orientados por el docente bajo la malla curricular actual de cada programa. Y, dentro de la incursión del modelo de aprendizaje significativo, el cual fue orientado directamente por el doctor Fink, se plantean herramientas y teorías generales las cuales

deben ser estructuradas e implementadas en cada caso particular de manera diferente bajo las necesidades que el contexto exprese. Por ésta razón se usa éste sistema teniendo en cuenta que el mismo desarrolla modularmente toda la producción, logística y distribución asociada a procesos de manufactura y posterior entrega a clientes, para integrar a través de guías de laboratorio el modelo de aprendizaje significativo, en un proceso de manufactura [11].

Modelo aprendizaje significativo dr dee fink en la universidad el bosque

El doctor Dee Fink menciona que el conjunto de actividades que se realizan, su estructura, enfoque y diversidad aplicadas a un grupo de estudiantes sumergidos en un contexto particular, facilitan en el estudiante que el aprendizaje sea significativo.[7]

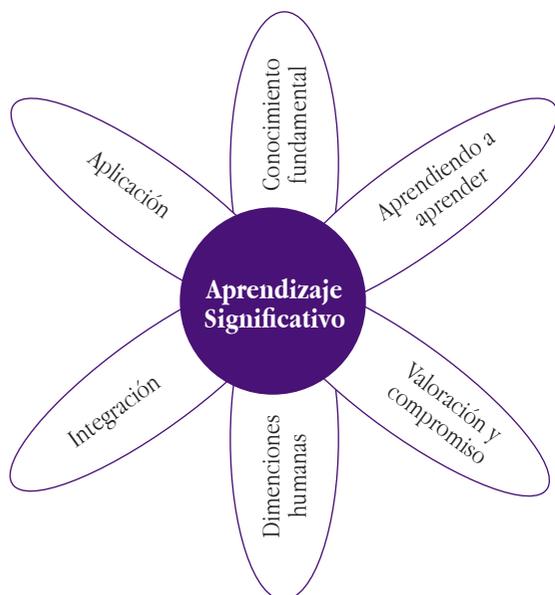
Para poder escoger y diseñar estas actividades, Fink plantea una estructura simple dentro de su libro guía, la cual es planteada y asumida por la Universidad El Bosque para ser las diferentes áreas del conocimiento que se dictan en ella.

Estructura de enseñanza – aprendizaje. Cuando se hace referencia a la estructura de un curso basado en aprendizaje significativo, se refiere al organigrama y la estructura del curso. Este debe tener un orden y en lo posible ser secuencial sobre todo con las actividades que se diseñan y realizan dentro del curso para obtener o llegar a los posibles resultados determinados a partir de las metas y el

contexto previamente analizado. Para medir el valor agregado a lo largo de la experiencia, el tiempo para alcanzar los estándares los cuales van a variar según el estudiante, su manera de aprender, la realidad en la que esté sumergida y la forma en que se relacionan estos temas, está expuesta en la figura 1. Es importante que como se referencia a Gardner en el artículo de Barr y Tagg, la “de la enseñanza al aprendizaje”, lo que implica que la enseñanza no debe estar encaminada a adquirir un sinnúmero de conocimientos, si a entender dicha información y que el estudiante cree su propio conocimiento [4].

A partir del año 2011, la Universidad El Bosque orientó las políticas de desarrollo institucional hacia el crecimiento y desarrollo de competencias generadas en el estudiante, dejando a éste como centro, misión y visión de su plan de desarrollo. Teniendo en cuenta que el objetivo de la Universidad El Bosque es desarrollar en el estudiante competencias que perduren y le sirvan como herramienta para su desarrollo integral, profesional y usando el desarrollo, la incursión y capacitación recibida por el doctor Fink en aprendizaje significativo desde al año 2009, la universidad implementa dentro de la misma éste modelo y estipula todas las políticas de gestión curricular a partir del mismo, estructurando y planteando los objetivos de aprendizaje en las 6 dimensiones trabajadas y mencionadas por Fink [11].

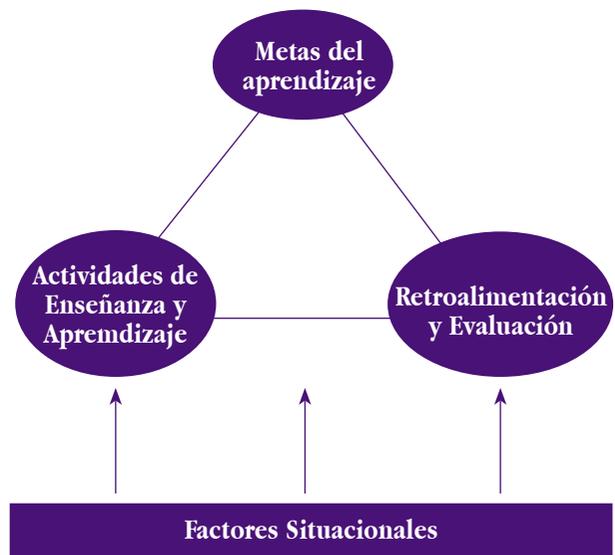
Fig. 1 Taxonomía de aprendizaje significativo, 6 Dimensiones. [7]



Dentro del aprendizaje significativo, Fink menciona tres perspectivas básicas para poder orientar el mismo: 1.- Cómo aprenden los estudiantes, 2. Analogía y 3. Diseño del curso.

1. El cómo aprenden los estudiantes, se orienta a que cada estudiante es diferente del otro y contemplando el aprendizaje significativo, es necesario determinar el contexto y el ambiente académico de cada estudiante de manera individual, para contemplar como aprende el mismo y poder facilitar su aprendizaje dentro de los cursos [13].
2. La analogía, hace referencia a que dentro del aprendizaje significativo, es indispensable enseñar algo que tenga impacto positivo a futuro en los estudiantes. No es simplemente tomar un contenido programático y transmitirlo a los estudiantes o pararse en el salón de clases y dictar una conferencia donde los estudiantes escuchan y el docente habla. De tal manera que el nuevo conocimiento entregado al estudiante sea inteligible, plausible y fructífero [7],[14].
3. El diseño del curso, hace referencia a la organización, preparación y creación de las actividades que generen ese impacto positivo al que se refiere la analogía y determinar en el estudiante el aprendizaje significativo [7].

Fig. 2 Esquema general del diseño de un curso por el Dr. Dee Fink [7].



Para poder trabajar en la estructura cognitiva del estudiante y poder desarrollar competencias que fortalezcan el conocimiento del mismo, Fink habla sobre las 6 dimensiones del aprendizaje las cuales deben ser tenidas en cuenta para la elaboración de un curso, las metas de aprendizaje y finalmente la evaluación del conocimiento desarrollado y su realimentación. Estas seis dimensiones son las siguientes [7]:

Conocimiento Fundamental: Se busca que el estudiante entienda y recuerde el contenido clave del curso. Este tipo de aprendizaje hace relación a los temas que se deben ver en cada curso, dependiendo del tema específico de este.

Aplicación del Aprendizaje: Como relacionar o buscar que el estudiante use el conocimiento fundamental de manera apropiada y efectiva en diferentes situaciones reales.

Integración: Identificar las conexiones existentes entre los diferentes conocimientos fundamentales vistos en el curso, los cuales deben estar relacionados entre sí para llevar al estudiante a adquirir este tipo de aprendizaje. Si los temas no guardan una relación entre sí, es posible que el aprendizaje significativo en el estudiante se pierda.

Dimensiones Humanas del aprendizaje: Este tipo de aprendizaje maneja dos grandes enfoques. El de sí mismo y el de otros. Sí mismo: Se busca que el estudiante aprenda, él quien es, que es y cómo puede ser a futuro a partir del curso. Otros: Se busca el entendimiento de la interacción del estudiante con los demás.

Valoración o compromiso: El estudiante puede desarrollar nuevos intereses, valores o sentimientos en relación a los temas que están siendo estudiados dentro del curso.

Aprendiendo a aprender o aprendiendo como aprender: En este tipo de aprendizaje se relacionan tres dimensiones:

Destrezas estudiantiles: Como los estudiantes leen e identifican las ideas principales, las cuales se pueden evaluar por medio de toma de notas, de lectura, exámenes, etc. [12].

- Habilidades de Investigación: Como adquirir y evaluar clases particulares de conocimiento, como por ejemplo: El método científico.
- Aprendizaje auto dirigido: Desarrollar una agenda específica de estrategias de aprendizaje adicional,

que dentro de lo ideal, es el estudiante quien plantea estas estrategias.

Dentro de las diferentes estrategias que Fink menciona para el diseño de un curso, se encuentra la “cima de castillo” (figura 3) la cual busca que el estudiante trabaje continuamente en su desarrollo de aprendizaje y que el docente sea un facilitador de su proceso. Para esto, Fink estipula el siguiente diagrama como metodología de aplicación, donde el estudiante tiene actividades tanto en la clase como por fuera de la misma.

Fig. 3. Estrategia de aprendizaje para una meta en particular, utilizando al “cima del castillo”. [Por el autor]

Explicación de los instrumentos electrónicos sus partes y reconocimiento		Con base en la consulta del funcionamiento de cada parte, realizar ejercicios plásticos usando cada parte de aplicación al instrumento		Laboratorio práctica sobre uso de instrumentos y su aplicación en las medidas		Evaluación por grupos a partir del rompecabezas se les pone una situación real de aplicación del instrumento y ellos deben identificar las partes necesarias y justificar el porque son necesarias en la medida.
	Realizar un dibujo con cada una de las partes del equipo y su funcionamiento		Lectura sobre tipos de medidas con instrumentos y llevar materiales para practica de laboratorio		A partir del dibujo realizado anteriormente, realizar un rompecabezas de los instrumentos (por grupos de trabajo)	

Después de diseñadas, organizadas y creadas las actividades de aprendizaje que hacen parte de un curso, es necesario establecer una rúbrica de evaluación que igualmente permita evaluar las 6 dimensiones mencionadas anteriormente [7]. Estas actividades de evaluación se pueden resumir en la figura 4.

Metodología implementada

Dentro del desarrollo del proyecto fue necesario seguir una metodología detallada la cual permitiera integrar tanto el sistema Prolog Factory con el modelo de aprendizaje significativo implementado en la Universidad El Bosque y las guías de laboratorio, para obtener como resultado una guía de laboratorio usada como entorno de aprendizaje para el programa de Ingeniería Industrial. Partiendo de que la investigación tiene componentes cualitativos, se debe diseñar y construir herramientas

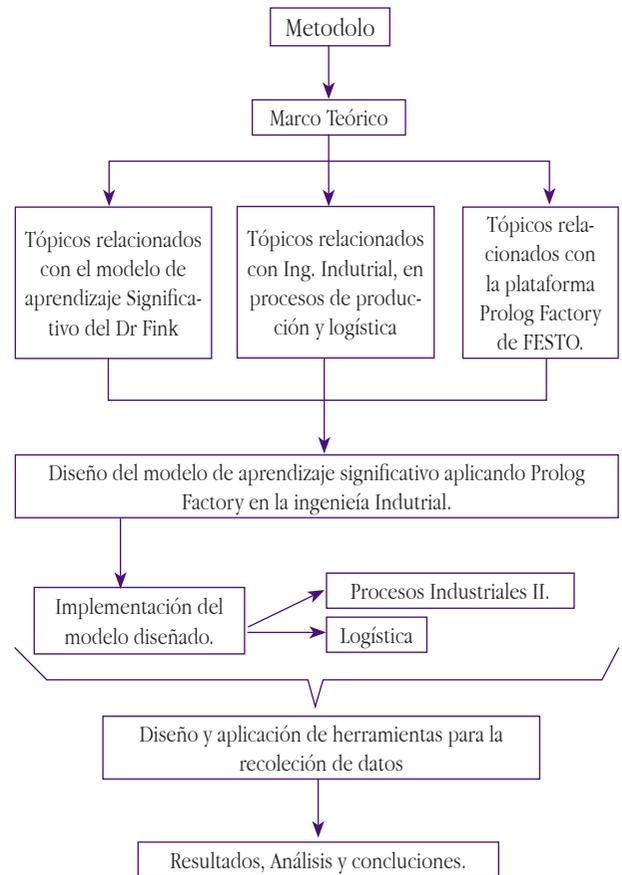
Fig. 4. Actividades de evaluación. [7]

Categoría de aprendizaje	Actividades de evolución
Conocimiento Fundamental	<ul style="list-style-type: none"> • Exámenes de tipo tradicional escritos. • Ejercicios y preguntas orales. • Técnicas de evaluación en el aula (TIC's)
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • Simulaciones. • Demostraciones. • Proyectos de equipo. • Casos de estudio. • Actividades de explicación en el aula (TIC's)
Integración	<ul style="list-style-type: none"> • Escritura reflexiva. • Casos progresivos pero incompletos. • Mapas conceptuales, Mentefactos, mentales, etc • Aprendizaje basado en problemas. • Casos interdisciplinarios. • Proyectos prácticos en ambientes reales. • Trabajos con ejemplos de la vida real.
Dimensión Humana	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexiones personales. • Cuestionarios estandarizados usando temas como valores, intereses, actitudes. • Portafolio de aprendizaje
Valoración y compromiso	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexiones personales. • Cuestionarios estandarizados usando temas como valores, intereses, actitudes. • Portafolio de aprendizaje
Aprendiendo como aprender	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos • Reflexiones personales, debates. • Portafolio de aprendizaje • Desempeño de aprendizaje, basado en problemas.

que soporten y den los cimientos base para el diseño de la guía implementando el modelo de aprendizaje significativo, siguiendo los lineamientos políticos de la Universidad El Bosque bajo el plan de desarrollo institucional, ya que es en ésta universidad donde se implementarán los resultados. Finalmente, para poder

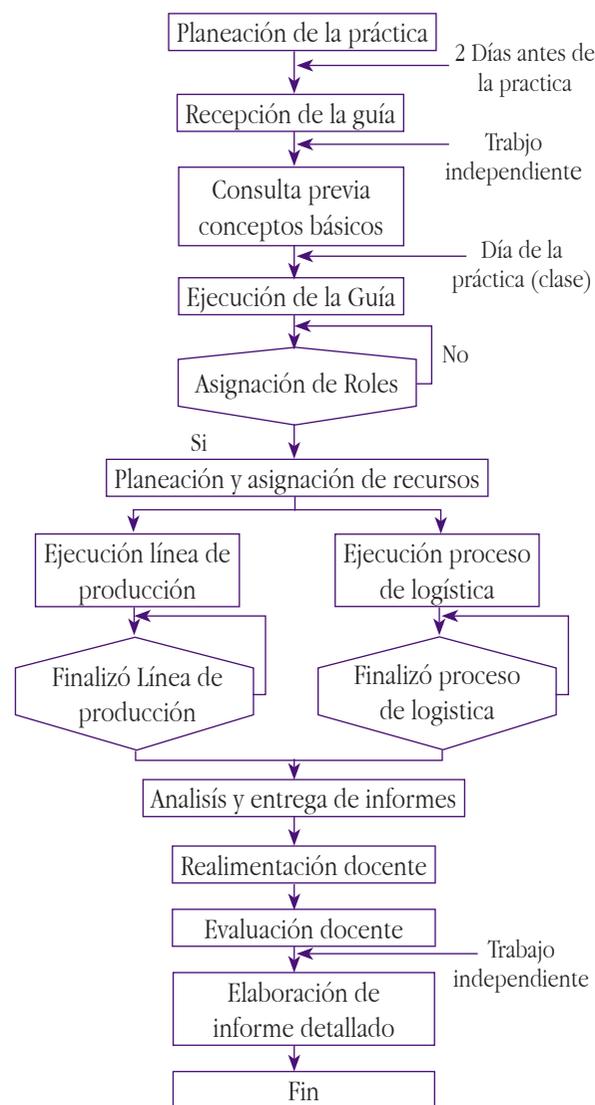
justificar los resultados y que éstos sean medibles para dar soporte al cumplimiento de los objetivos planteados, se debe diseñar y construir herramientas cuantitativas que permitan medir la efectividad, resultados obtenidos y mejoras del trabajo realizado. En la figura 5 se muestra la metodología general realizada dentro del proyecto.

Fig. 5. Metodología General del proyecto [por el autor]



Adicional a la metodología anterior, la guía de laboratorio como tal tiene su propia metodología de desarrollo la cual orienta al estudiante en los pasos que debe realizar siguiendo la metodología de la cima del castillo que se mencionó anteriormente. Bajo ésta metodología que se ilustra en la Fig. 6, el estudiante debe realizar trabajo en casa, trabajo en clase y durante la práctica como tal, involucrando tanto al estudiante como al docente dentro del proceso de formación, usando al docente como un facilitador de su conocimiento, dando un acompañamiento oportuno y pertinente dentro de la práctica para orientar al estudiante por el mejor camino, sin que éste sea el único posible pero si acertado dentro de su formación.

Fig. 6. Metodología general de las guías de laboratorio. [Por el autor]



Sistema prolog factory como entorno de aprendizaje

El sistema Prolog Factory es una plataforma desarrollada por FESTO, adquirida por la Universidad el Bosque en el año 2012. Éste sistema es el único en Sur América (lo que asegura que no hay implementación alguna de ésta plataforma en una institución educativa en América del Sur), usado por instituciones educativas con fines pedagógicos. El sistema Prolog Factory trabaja con la implementación de PLC (*Programmable Logic Controller*) donde se contiene la programación de la plataforma que permite su diverso funcionamiento y ejecución; Robotinos (pequeños

robots bajo programación), que permiten el transporte de pedidos bajo módulos; brazo robótico (brazo mecánico de 6 grados de libertad) que realiza la organización de pedidos. Actualmente, el sistema ha sido usado dentro de un modelo de aprendizaje tradicional, programando los PLC, el brazo robótico y lo robotinos para visualizar los resultados en el sistema después de una explicación y una orientación del docente, como clase magistral [8].

Fig. 7. Sistema Prolog Factory de FESTO



Por medio de la creación del entorno de aprendizaje para éste proyecto, se usó el sistema Prolog Factory como una plataforma de aplicación de ambientes simulados donde el estudiante, interactuando, manipulando y en futuros casos reprogramando la plataforma puede diseñar diferentes estructuras de administración y ejecución de procesos de manufactura, implementando el conocimiento obtenido por la orientación del docente y la realización de actividades de enseñanza activa como la asignación y ejecución de roles estratégicos de una empresa [9]. Con la aplicación de las plantillas ya mencionadas, el estudiante puede hacer una proyección a corto, mediano y/o largo plazo de un proceso de manufactura como resultado de un análisis grupal por una junta directiva en una empresa de producción. De esta manera, el estudiante se apropia el aprendizaje tomando decisiones, cometiendo errores y analizando su propio desempeño después de los diferentes resultados obtenidos de con la utilización del sistema Prolog Factory y el entorno creado por medio de las guías de laboratorio.

Diseño de las guías de laboratorio

Los cursos diseñados bajo la implementación del modelo de aprendizaje significativo se apoyan en las actividades

que pueden ser basadas en un aprendizaje activo, pasivo, formal o tradicional, siendo lo ideal que en un curso basado en aprendizaje significativo se realiza una combinación de todos los tipos de actividades con el fin de mantener activo el conocimiento del estudiante y hacerlo significativo para su vida futura. [4]

Dentro del trabajo de grado para la maestría en Ingeniería Industrial se tomó como decisión al trabajar con el sistema Prolog Factory, que el entorno de aprendizaje a diseñar se realizaría con base en actividades prácticas por medio del diseño de guías de laboratorio [8].

Inicialmente, partiendo de la Estructura organizacional de la Universidad y del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Facultad de Ingeniería, quien planteó el formato general para las guías de laboratorio (figura 8), se tomó su estructura general y se integró en ella el modelo de aprendizaje significativo a partir de lo mencionado anteriormente, llegando a la siguiente estructura.

Fig. 8 Formato general de las guías de laboratorio. [Por el autor]

The figure shows two versions of a laboratory guide form side-by-side. The left form is the initial format, and the right form is the final format. Both forms include fields for university information, program details, and a table for materials and equipment.

Formato Inicial (Izquierda):

- Header: UNIVERSIDAD EL BOSQUE, CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO, FACULTAD DE INGENIERÍA.
- Programa: INGENIERÍA BIOMÉDICA, INGENIERÍA INDUSTRIAL, INGENIERÍA EN SISTEMAS DE CONTROL, INGENIERÍA EN ENERGÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA EN ENERGÍA RENOVABLES, INGENIERÍA EN ENERGÍA SOSTENIBLE.
- Nombre del docente: _____, Asignatura: _____, Período: _____.
- PRESENTACIÓN/PROPÓSITO: El propósito de esta guía es...
- OBJETIVO GENERAL: ...
- OBJETIVOS ESPECÍFICOS: ...
- CONTEUDO: NOMBRE DE LA PRÁCTICA: _____, PRÁCTICANUMERO: _____.
- MATERIALES, EQUIPOS O RECURSOS: Table with columns: EQUIPO/MATERIAL, CANTIDAD, MEDIDA, PLAZA/CODIGO.
- METODOLOGÍA: ...

Formato Final (Derecha):

- Header: UNIVERSIDAD EL BOSQUE, CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO, FACULTAD DE INGENIERÍA.
- ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA: ...
- ACTIVIDADES: ...
- ACTIVIDADES POSTERIORES A LA PRÁCTICA: ...
- MATERIALES, EQUIPOS O RECURSOS: Table with columns: EQUIPO/MATERIAL, CANTIDAD, MEDIDA, PLAZA/CODIGO.
- CONCLUSIONES: ...

Del formato inicial, hacia el formato final plasmado en la figura 8, fue necesario incluir los conceptos de aprendizaje significativo que genera el valor agregado del diseño para el entorno establecido como objetivo principal y que harán finalmente que el aprendizaje del estudiante cambie significativamente al actual [7]. Actualmente las guías de laboratorio describen el proceso detallado que el estudiante debe realizar en la práctica, acompañada de los objetivos del laboratorio y los materiales que se deben usar; en algunas oportunidades se realizan preguntas puntuales al estudiante que acompañan el capítulo de análisis del laboratorio y procedimientos matemáticos que el estudiante debe realizar para la solución de la guía. Finalmente, el estudiante entrega

un documento o informe con los resultados, análisis y conclusiones del laboratorio.

Diseñando una guía a partir del sistema Prolog Factory, usando aprendizaje significativo, se logra que el estudiante construya su propio conocimiento a partir de un lineamiento en los pasos a seguir y construya unas metas de aprendizaje formuladas como competencias las cuales son esenciales dentro de su formación como profesional. El estudiante se enfrenta a problemas reales planteados a escala y desempeña un rol específico como profesional donde deberá plasmar e implementar el conocimiento obtenido bajo las clases magistrales recibidas previamente. Prolog Factory apoya el proceso como escenario principal de implementación y contexto producido dentro de los campos que el estudiante puede desarrollarse como profesional.

Usando la estrategia de la “cima del castillo” e implementando las 6 dimensiones del aprendizaje, se añadieron dentro del formato correspondiente los campos de actividades previas a la práctica, metas de aprendizaje (las cuales reemplazaron por completo a los objetivos específicos que se tenían anteriormente), actividades posteriores a la práctica y, finalmente, teniendo en cuenta que es una actividad basada en enseñanza activa donde la dimensión de aplicación tiene el mayor porcentaje involucrado en la misma, se decidió usar dentro de las actividades, una figura de asignación de roles, generando en el estudiante un contexto puntual y claro de un ambiente empresarial, donde el estudiante puede trabajar en equipo apropiándose de la asignación de roles específicos dentro de una empresa para simular a partir del sistema Prolog Factory, un proceso de manufactura que los estudiantes deben realizar como ingenieros de producción [7].

Finalmente, la guía del laboratorio toma un contexto y orientación diferente al establecido por el CDT, implementando aprendizaje significativo para un tema específico usando el sistema Prolog Factory. La innovación, estructura, ambiente y desarrollo de las guías de laboratorio cambian drásticamente, buscando resultados diferentes en los estudiantes con el fin de mejorar el aprendizaje de los mismos.

Como apoyo y complemento a la guía de laboratorio y su efectiva realización de las actividades, se estructuró,

diseño e implementó un conjunto de plantillas que apoyan la realización de cada rol a partir de los cargos, funciones y ejecución del sistema, logrando llevar la práctica de un ambiente simulado a un entorno lo más real posible para el estudiante y su desarrollo profesional [3], [5].

Cada una de las guías diseñadas se implementó en la realización de 4 estudio de casos con estudiantes y/o profesionales de Ingeniería Industrial, los cuales calificaron la efectividad, mejoras y resultados que se pueden obtener a partir de éste entorno de aprendizaje, por medio de herramientas cualitativas que fueron aplicadas antes y después de la guía de laboratorio aplicada. Igualmente, los docentes de cada materia también calificaron la herramienta diseñada después de su aplicación y realizaron un seguimiento posterior a los estudiantes hasta el final del semestre para verificar la retención del estudiante con la guía aplicada. Los casos de estudio fueron realizados con: 1) Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Javeriana, de la materia Control Avanzado de Procesos. 2) Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad El Bosque, de la materia Procesos Industriales II Grupo 1. 3) Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad El Bosque, de la materia Procesos Industriales II Grupo 2. Y, 4) Estudiantes de la especialización en Gerencia de Producción y Productividad de la Universidad El Bosque [5], [6].

Resultados

Como resultado del diseño del entorno de aprendizaje significativo se generó una serie de 3 guías de laboratorio: Línea de producción, línea de logística e integración (proceso de manufactura) basados en la estrategia “cima del castillo” y metas de aprendizaje construidas a partir de las 6 dimensiones de aprendizaje mencionadas por el Dr. Fink.

Guía de línea de producción: Metas de Aprendizaje: El estudiante estará en capacidad de:

- 1. Conocimiento fundamental:** Identificar la integración, entre las diferentes partes de un proyecto y realizar una planeación del mismo, para una línea de producción.
- 2. Aplicación:** Administrar los recursos asociados a la planeación, programación y control de la producción en un proyecto.

3. Integración: Identificar las Interacciones entre los subsistemas, en una línea de producción, para un proyecto específico, para encontrar la mejor estrategia de operación.

4. Dimensión humana: Comprender a los demás en términos de unidad para formar alianzas y dar solución a proyectos tangibles a partir del trabajo en equipo.

5. Valoración o compromiso: Estar más interesado en las actividades prácticas trabajadas en equipo, manejando roles establecidos y tiempos de ejecución a través de problemas reales.

6. Aprendiendo a aprender: Formular preguntas útiles para la resolución de problemas y oportunidades producidos en una línea de producción

Guía de Logística: Metas de Aprendizaje: El estudiante estará en capacidad de:

1. Conocimiento fundamental: Comprender la importancia y el manejo de la programación de redes, para dar solución a problemas de transporte y asignación dentro de la logística de una producción de un bien determinado.

2. Aplicación: Solucionar problemas de transporte y asignación, para dar satisfacción oportuna al consumidor.

3. Integración: Conectar los problemas de transporte y asignación, con la optimización de redes y la programación dinámica, con el fin de potencializar la logística de una producción determinada.

4. Dimensión humana: Verse a sí mismos como planeadores logísticos, dentro de un proyecto de producción real de un bien o servicio.

5. Valoración o compromiso: Estar listo para abarcar de manera autónoma proyectos de logística.

6. Aprendiendo a aprender: Crear un plan para el diseño, desarrollo y ejecución de un proceso de logística, dentro de la cadena de suministros

Guía de Integración: Metas de aprendizaje: El estudiante estará en capacidad de:

1. Conocimiento fundamental: Listar las diferentes actividades y procesos, para la producción y entrega de un bien determinado.

2. Aplicación: Evaluar y solucionar los diferentes problemas presentados en un proceso de manufactura.

- 3. Integración:** Relacionar los procedimientos de producción y logística, dentro de una cadena de producción y suministros de una empresa.
- 4. Dimensión humana:** Interactuar con otras personas, que se relacionan con las diferentes áreas, que intervienen en proceso de manufactura.
- 5. Valoración o compromiso:** Valorar la importancia de las diferentes responsabilidades asignadas, en un proceso de manufactura.
- 6. Aprendiendo a aprender:** Identificar fuentes importantes de información dentro de un proceso de manufactura, para facilitar la toma de decisiones.

Actividades de aprendizaje activo: Juego de roles.

Para cada una de las guías se estableció una actividad de enseñanza activa la cual está basada en asignación de roles para crear el entorno real de una empresa de manufactura. La generalidad de dichas actividades se muestra a continuación [1], [3]:

Proceso de Manufactura:

Como Prolog Factory dentro de su diseño está orientado a procesos de manufactura, se usó esta característica para plantear un proceso real, el cual plantea la situación de una empresa x, con un pedido específico de 3 clientes el cual tiene unos costos totales de producción y entrega y unos tiempos óptimos para dar utilidad a la empresa. Dentro del contexto, se plasma al estudiante dentro de la guía la situación a la que se enfrenta con las planillas de servicio que debe diligenciar y como grupo deben cumplir el pedido y la satisfacción del cliente dentro de los tiempos establecidos y los costos suministrados. El no lograr la satisfacción del cliente, deben analizar y formular un plan de acción para dar solución al problema planteado y no perder así el cliente ni permitir que la empresa entre en déficit y pérdidas.

Los estudiantes deben formar grupos de trabajo donde se tendrá una asignación de roles para permitir el desarrollo de funciones específicas como en una empresa real y facilitar el diligenciamiento de plantillas bajo las responsabilidades de cada rol. Las funciones y responsabilidades de cada rol se entregan dentro del contexto planteado en la guía de laboratorio.

Dentro de la asignación de roles se establecieron 12 cargos diferentes con su funciones y el respectivo manejo

de plantillas para la ejecución de la actividad. Los roles asignados fueron los siguientes: 4 Gerentes, Ingeniero de Abastecimiento, Ingeniero de Calidad, Ingeniero de mecanizado, Ingeniero de ensamble, Ingeniero de almacenamiento, Ingeniero de Alistamiento, Ingeniero de despacho e ingeniero de distribución.

La programación de actividades se estableció de la siguiente manera [2]:

Fig. 9. Programación de actividades.

Programación de actividades:

1. XX:00 -XX:10 → Asigne los roles dentro de su equipo, conforme a las competencias de cada uno.
2. XX:10 - XX:40 → Explicación del funcionamiento de la plataforma FESTO (Proceso de logística), por el docente.
3. XX:40 - XX:55 → Los gerentes debe hacer entrega de recursos y material de la producción a cada ingeniero, para iniciar con el proceso de línea de producción y logística. Cada ingeniero realiza su organización, en el área asignada.
4. XX:55 - XX:35 → Encendido del proceso de Manufactura.
5. XX:35 - YY:15 → Los ingenieros deben entregar los análisis y resultados a los gerentes, estos deben realizar el informe, que se presentará al presidente, por medio de dos delegados. Tenga en cuenta verificar si se cumple o no con la meta y que cambios puede realizar, identificando los cuellos de botella presentados.
6. YY:15 - YY:59 → Reunión general con el presidente, para entrega y justificación de informes de la línea de producción y realimentación final, por parte del presidente.

Para determinar los resultados de cada caso de estudio, se diseñó una encuesta cuantitativa, la cual fue diseñada con criterios de evaluación y se despliega bajo los resultados proporcionados desde la figura 10 hasta la 14 y que permite medir el tiempo, conocimiento alcanzado, aprendizaje significativo y agrado de los estudiantes hacia el entorno diseñado. La encuesta implementada contiene alrededor de 17 preguntas, pero en el documento se plasmas aquellas preguntas que apuntan directamente a los objetivos planteados en el proyecto. Igualmente, la encuesta permite determinar cuáles son las mejoras necesarias para potencializar los resultados obtenidos con las guías. Con base en lo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados expresados en graficas estadísticas.

Fig. 10. Conceptos básicos encuesta pre-práctica.

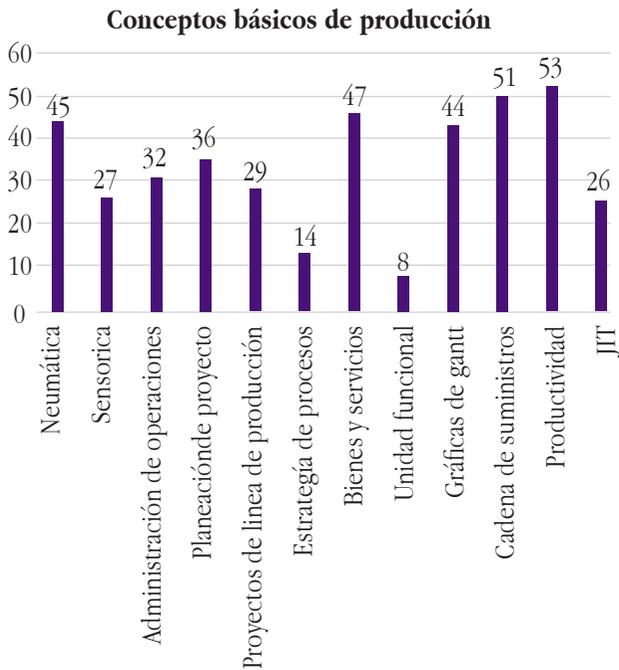


Fig. 11. Conceptos básicos encuesta pos-práctica.

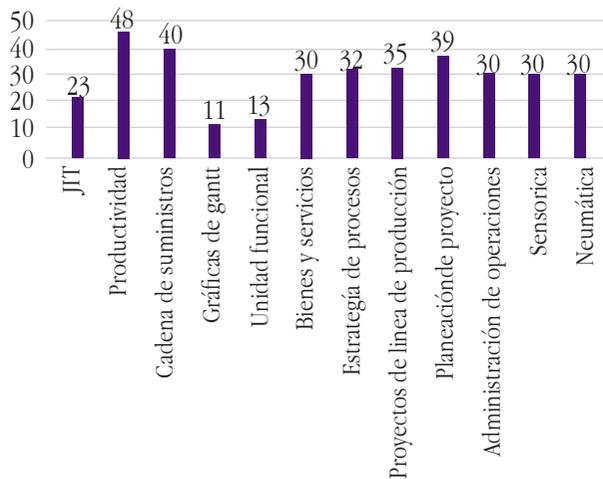


Fig. 12. Remplazo del tiempo dedicado independiente al estudio por en entorno diseñado.

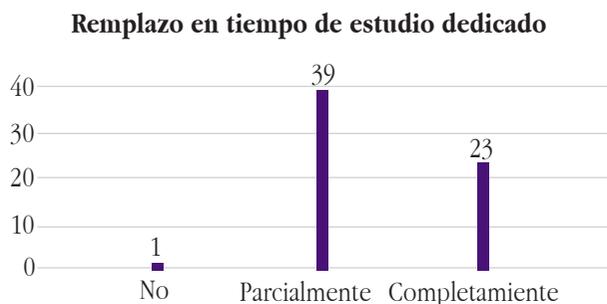


Fig. 13. Generación Aprendizaje Significativo.

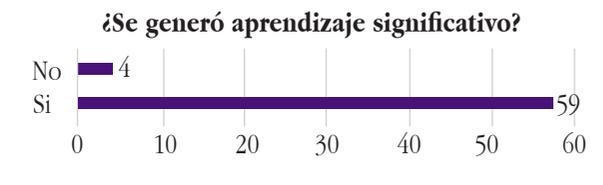
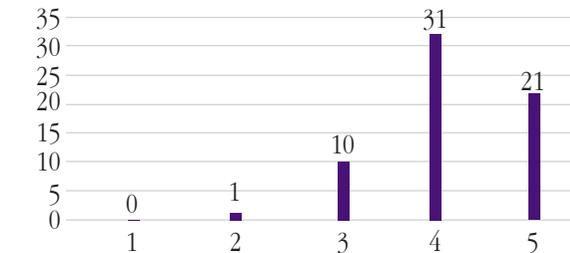


Fig. 14. Calidad del entorno diseñado.



Dentro de los aspectos de mejoramiento fue necesario tener un instructivo detallado que reemplace la explicación o trabajo previo que se realizó con cada grupo como formación de la guía y que cada docente por medio de éste instructivo esté en la capacidad de introducir al estudiante en la guía y desarrollarla de manera autónoma y con calidad.

Discusión y conclusiones

Aunque las guías de laboratorio están diseñadas y probadas como entorno de aprendizaje, es necesario evaluar el contexto en el que se van a aplicar cada una de las guías, ya que éste puede generar una diversidad de variaciones sobre la ejecución de las mismas.

El trabajo posterior de cada guía puede ser flexible y esto dependerá de cada docente y de cómo éste encamine la evaluación y el aprendizaje de sus estudiantes.

De manera independiente se notó que los estudiantes encuentran más agrado y se desenvuelven de manera autónoma y activa con las guías de producción e integración que con la guía de logística. Lo anterior puede radicar en que dentro de la malla curricular del programa y observaciones hechas por el docente de la materia, actualmente pueden hacer más casos de simulación en la materia de producción que en la de logística, lo que da más seguridad al estudiante en el momento de desenvolverse en un ejercicio asignado por roles.

El diseño de éste entorno permite que cualquier docente pueda aplicarlo dentro de sus clases. Si bien es importante

conocer, aprender y capacitarse en este nuevo modelo de aprendizaje que fomenta la Universidad El Bosque, las guías y las rúbricas de evaluación son amigables al usuario y entendibles para el docente, lo cual le permite su aplicación, evaluación y realimentación de manera efectiva sin tener mucho conocimiento al respecto.

Aunque se pudo demostrar por medio de una valoración conjunta de los estudiantes que realizaron las prácticas por medio de la encuesta cuantitativa que se aplicó antes y después del estudio de casos, que éste entorno puede reducir los tiempos invertidos por los estudiantes al estudio de manera autónoma en cada una de las asignaturas vistas durante el semestre, no los reduce completamente, ya que el conocimiento teórico y la orientación del docente es parte fundamental del desarrollo de una estructura cognitiva en el estudiante y la creación de las bases pertinentes para formular y resolver problemas reales según el contexto de aplicación y el campo en el que se desarrolle el estudiante a nivel profesional y es necesario realizarlo dentro de un aula de clase.

Este tipo de entornos no solo motivan al estudiante por su aprendizaje activo sino que permiten generar estructuras que le permiten recordar lo aprendido y realizado a través de la didáctica y estructuración de casos reales donde se les permite errar para aprender.

El 95,2% de los estudiantes encuestados después de realizar la práctica, consideró que por medio de la aplicación del entorno hecho con la guías de producción e integración si aprendió cosas nuevas, ya que del listado seleccionado en la herramienta de pre-práctica se pudo seleccionar en la herramienta de pos-práctica más ítems relacionados con el tema de producción. En cuanto a la guía de logística, la variación de ítems seleccionados en las herramientas de pre y post práctica no vario significativamente, lo cual refuerza la idea anterior: es importante la presencia del docente en el aprendizaje del estudiante y el trabajo de conceptos teóricos dentro de una clase magistral.

La explicación docente para la guía antes de su aplicación es vital dentro del proceso para optimizar los resultados obtenidos por los estudiantes, ya que de ésta depende el manejo de herramientas, entendimiento del sistema, manejo del contexto para realizar una excelente planeación y no tener tiempos muertos dentro de la ejecución del proceso.

Al 100% de los estudiantes encuestados les gustó las actividades enfocadas en aprendizaje activo, donde por medio de diferentes actividades se puede evaluar los conocimientos adquiridos en la materia, ya que el aprendizaje activo permite integrar el conocimiento a través de la práctica y en este proyecto particular, le permite al estudiante aplicar el conocimiento adquirido y crear nuevos conocimientos a partir de la simulación de proyectos reales a los que se debe enfrentar como profesional.

La calidad del proyecto se puede dar en dos aspectos diferentes dados los casos de estudio realizados. Uno, en cuanto al entorno diseñado (guías de laboratorio), la calificación recibida por los encuestados fue en su mayoría (%) entre 4 y 5, siendo 5 con excelente calidad y el otro, en cuanto a la pregunta sobre aplicación del entorno o de la guía como tal, se recibe una calificación entre 4 y 5 (%), también con desviación hacia el 5, lo cual difiere en la primera evaluación.

La evaluación y validación de los docentes que dictan los cursos donde fue aplicado el caso de estudio fue satisfactorio y a favor de los resultados obtenidos en el proyecto, estos resultados fueron producto de una encuesta cualitativa.

Lo anterior lleva a concluir que dentro del trabajo de grado realizado se logró el objetivo principal, diseñando un entorno de aprendizaje significativo por medio de las guías de laboratorio y el uso de Prolog Factory para las materias de producción y logística de la Universidad el Bosque. Los resultados obtenidos no solo fueron satisfactorios para la Universidad El Bosque, sino también para la Universidad Javeriana, lo cual da cabida a poder exteriorizar a futuro el trabajo realizado.

Es importante antes de realizar o aplicar el entorno de aprendizaje, explicar a los estudiantes el alcance del mismo, ya que esto permite conocer que se desea de los estudiantes y a donde se espera que lleguen. El seguimiento al estudiante debe ser constante y por periodos largos de tiempo, ya que el poder evaluar o determinar los cambios dados en la estructura cognitiva y su permanencia en el tiempo a corto plazo puede ser un criterio subjetivo.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta el número de estudiantes de un curso, se puede realizar la ejecución de procesos varias veces con los mismos errores planteados y simulados,

con el fin de independizar los grupos en cada proceso y que éstos se sientan con amplia libertad de explorar y manejar la plataforma.

Integrar las plantillas de trabajo en una sola plantilla por ingeniero, o, si es posible por ejercicio realizado, ya que aunque favorece y potencializa el trabajo realizado, haciendo la simulación de los procesos lo más reales posibles, hace que el estudiante se pueda enredar entre tantas herramientas y pierda el enfoque principal de la práctica.

El formato de las guías en cuanto a su estructura visual puede ser cambiado de tal manera que sea más dinámico y amigable a los ojos de los estudiantes.

Referencias

- [7] E. Arbonez, "Optimización Industrial (II) Programación de recursos", Marcombo S.A, España, 1989.
- [8] S. Arregocés, W. Cano, "Control De Una Celda De Un Sistema De Manufactura Integrada Por Computador-CIM", Scientia et Technica Año XIII, No 37, Colombia, Diciembre 2007, pp 169-172.
- [9] J. Domínguez, M. Álvarez, A. Ruíz, S. García, "Dirección de Operaciones Aspectos Estratégicos en la producción", España, McGraw-Hill, Noviembre 1994.
- [10] R. Bart, J. Tagg, "De la enseñanza al aprendizaje un nuevo paradigma para la educación en pregrado", CIEES, revista Change, volumen 27, 1995.
- [11] H. Frederick, L. Gerald, "Introducción a la Investigación de Operaciones", 9ª Edición, México, Mc Graw Hill, 2010.
- [12] J. Heizer, B. Render, "Principios de administración de operaciones", 7ª Edición, México, Pearson, 2009.
- [13] L. Fink, "Una Guía Auto-Dirigida al Diseño de Cursos para el Aprendizaje Significativo", Lima Perú, 2008.
- [14] N. León, "PI-550 Guías de Laboratorio Plataforma MPS Prolog Factory", Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia, 2014.
- [15] R. Ballou, "Logística Administración de la cadena de suministros", 5ª Edición, Pearson México, 2004.
- [16] Schober, Festo Didactic GmbH & Co.KG., D-73770, "Manual Prolog-Factory", Denkendorf, 2011.
- [17] Universidad El Bosque "Política y Gestión Curricular Institucional", Scripto LTDA, Colombia, 2011, pp 34-11.
- [18] M. Weimer, J. Bass, "Aprendizaje-Centrado en la Enseñanza", 2002.
- [19] F. Díaz, G. Hernández, "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista", Mc Graw Hill, 2a Edición, 2002.
- [20] F. Díaz, "revista perfiles educativos El pensamiento del adolescente y el diseño curricular en educación media superior", pp. 16-26, ISSN 0185-2698, 1987.

Los Autores



Fredy Rolando García Bello

Ingeniero en Control Electrónico e Instrumentación de la Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", Estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, Asociado a los programas de Ingeniería Electrónica y Bioingeniería. Miembro Activo del IEEE y consejero del Capítulo de control de la Rama Estudiantil IEEE de la Universidad El Bosque.



Clara Cecilia Nensthiel Zorro

Ingeniera Electrónica de la Escuela Colombiana de Ingeniería, Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad El Bosque; docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, Asociado a los programas de Ingeniería Electrónica, Ingeniería Ambiental y Bioingeniería. Coordinadora del departamento de relaciones académicas. Miembro Activo del IEEE y consejero del voluntariado de la Rama Estudiantil IEEE de la Universidad El Bosque.