

## CONSTRUCTIVISMO Y SIGNIFICADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS: PLANTEAMIENTO DIDÁCTICO, METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN

### *CONSTRUCTIVISM AND MEANINGFUL IN SYSTEMS ENGINEERING: DIDACTIC PROPOSAL, METHODOLOGY AND EVALUATION*

**Omar Ivan Trejos Buriticá**

Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira (Colombia)

#### Resumen

En este artículo se examinan los posibles cambios en el aprendizaje de la programación de computadores en estudiantes de primer semestre de ingeniería de sistemas y computación, a partir de la construcción de conocimiento en el aula, basada en el concepto de significado y en la teoría de constructivismo apoyado por nuevas tecnologías. La metodología que se plantea se desarrolló como investigación educativa con carácter cualitativo que se fundamentó en un estudio de caso con soporte instrumental y tecnológico. Los datos se obtuvieron tanto a la entrada como en la finalización de la prueba; se aplicaron encuestas breves, se realizó observación directa y comunicación con los estudiantes y se utilizó como instrumento tecnológico la hoja electrónica y un procesador de datos estadísticos. Los resultados revelan un aprendizaje más efectivo en relación con los conceptos nucleares de la programación de computadores; de la misma manera se evidencia una relación más cercana entre el estudiante y sus recursos tecnológicos en pos de usarlos como instrumentos de aprendizaje.

**Palabras claves:** aprendizaje significativo, constructivismo, ingeniería de sistemas, programación de computadores.

#### Abstract

In this article we examine possible changes in Learning of Computer Programming in first semester Student in Systems Engineering, based in the building of the knowledge in the classroom using the concept of meaning and the constructivist Theory with support in new technologies. This is an education research with qualitative profile based in cases study with instrumental and technological support. Data were obtained in the beginning and in the end, we use short surveys, direct observation with participants and the technological instrument were electronic sheet and a stats data processor. The results show a

more effective learning about the principal concepts of computer programming. In the same way you can find a close relation between the student and his technological resources as learning instruments.

**Keywords:** meaningful learning, constructivism, systems engineering, computer programming.

## Introducción

El constructivismo, como corriente pedagógica, aplicado en la ingeniería de sistemas, puede convertirse en un conjunto de estrategias efectivas que le permitan al alumno generar los andamiajes necesarios sobre los cuales construir su conocimiento acorde con sus propias percepciones de manera que resuelva los problemas que propone el área de la programación de computadores. A partir de esto, el docente de programación puede acudir a la fundamentación que le provee esta corriente pedagógica para combinar exposición del tema, interacción in situ con la tecnología, participación de los estudiantes y discusión alrededor de los temas claves con el fin de que lo explicado se afiance y se vayan estableciendo las pautas para la posterior evaluación. Tal combinación de recursos permite que el estudiante no sólo reciba la exposición del tema sino que participe en su construcción opinando sobre lo que el docente presente teniendo en cuenta la interacción de éste con la tecnología como base para generar su propia opinión. Este juego de recursos pedagógicos permite que el estudiante tienda a involucrarse, sin mayores distracciones, en el desarrollo de cada sesión, consciente de que durante ella puede acceder a los conceptos y elementos de juicio que le facilitarán participar proactivamente. Esto confirma que el constructivismo no es un método ni una simple técnica sino la reunión de varias teorías que coinciden en que los aprendizajes se construyen, no se transmiten, trasladan o copian (González Álvarez, 2012). La metodología planteada invita a pensar en la necesidad de que la exposición del docente encuentre un soporte en su interacción con la tecnología en el mismo sitio de forma que los estudiantes vean y participen en dicha actividad liderada por el docente y sentirse libres de aportar elementos de juicio a las discusiones que, con respecto a la temática abordada, se generen. Desde este punto de vista, se abre la posibilidad de que la orientación de sesiones basadas en constructivismo y aprendizaje significativo favorezcan una concepción más clara de la interacción y de las variantes presentes en el desarrollo de las temáticas de programación de

computadores así como la participación crítica y evaluativa del alumno, de manera que se involucre en cada sesión reduciendo el abanico de posibles distracciones que normalmente aparecen.

De esta forma se puede esperar un aprendizaje más significativo, perdurable, analítico, reflexivo y crítico que le permita a cada alumno construir su propio conocimiento. Como respaldo de solución a lo planteado, se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿qué aportes puede hacer el constructivismo, y dentro de él el aprendizaje significativo, a la apropiación efectiva del conocimiento en un curso de programación de computadores en ingeniería de sistemas desde una óptica reflexiva, activa, tecnológica y crítica? De lo cual puede inferirse, a manera de hipótesis, lo siguiente: la exposición del tema, la interacción in situ con la tecnología, la participación de los estudiantes y la discusión alrededor de los temas claves, todo combinado, permiten que el mismo alumno construya su propio conocimiento y se generen los fundamentos necesarios para sugerir, evaluar y revisar soluciones a los problemas que la programación de computadores propone, lo cual contribuye a un aprendizaje más efectivo.

El marco investigativo de este artículo es la investigación en ciencias y está fundamentado en las teorías de aprendizaje de Jean Piaget (1967), la psicología del desarrollo de Lev Vigotsky (1960) y el aprendizaje significativo de David Paul Ausubel (1983) y su aplicación en el campo de la programación de computadores en ingeniería de sistemas. Es de anotar que este artículo es uno de los productos derivados de la tesis doctoral "Aprendizaje en ingeniería: un problema de comunicación", presentada en el Doctorado en Ciencias de la Educación de RUDE Colombia Cade Universidad Tecnológica de Pereira y de la cual se obtuvo mención superior. La base de conocimiento de estas teorías alude tanto al constructivismo como al paradigma que confirma que "Todo lo dicho es dicho por alguien, (...) Una explicación siempre es una proposición que reformula o recrea las observaciones de un fenómeno en un

sistema de conceptos aceptables para un grupo de personas que comparten un criterio de validación” (Maturana Romesin & Varela, 1994).

### Marco teórico

Se parte del principio de que “El constructivismo es una confluencia de diversos enfoques psicológicos que enfatizan la existencia y prevalencia en los sujetos cognoscentes de procesos activos en la construcción del conocimiento, los cuales permiten explicar la génesis del comportamiento y el aprendizaje. Se afirma que el conocimiento no se recibe pasivamente ni es copia fiel del medio” (Díaz-Barriga, 2005), con lo cual se refuerza el hecho de que es por medio de la interacción como las personas aprenden, lo cual quiere decir que cuando se hace algo, se razona, se imagina, se manipulan cosas, es cuando realmente se aprende, siendo actores y protagonistas del propio aprendizaje (González Álvarez, 2012). En consecuencia, construir el conocimiento implica que el alumno se involucre en el proceso que así lo pretenda; de allí que el papel del docente se convierta en algo tan importante dentro de la conducción de dicho proceso en el aula y fuera de ella, El docente establece las pautas que le proporcionan al estudiante elementos de juicio para que en forma autónoma continúe con el proceso de construcción de su conocimiento a partir de actividades extraclase como lecturas, talleres, ejercicios y preguntas pendientes que propendan al logro de los objetivos planteados para la construcción y apropiación del conocimiento,. El papel del docente también implica la adopción de estrategias que motiven al estudiante a aprender y que permitan, sobre todo, captar su atención en el desarrollo de las actividades asociadas. Es allí en donde las nuevas tecnologías, en unión con estrategias motivadoras, pueden lograr el objetivo, tal como se demostró en esta investigación. Por lo tanto, ser docente en el área de programación de computadores, en un programa de ingeniería, implica no sólo conocer muy bien la temática conceptual y tecnológica que se aborda como contenido de las asignaturas sino también adoptar estrategias motivadores que, según lo indica este análisis, pueden enriquecerse grandemente si se acude al constructivismo y, en él, a la teoría del aprendizaje significativo.

Pensar en la exposición de un tema, la interacción con la tecnología, la participación de los estudiantes y la discusión alrededor de temas claves forma parte de las actividades normales de la labor docente. Sin embargo, cuando se piensa en combinarlas en una sola sesión y lograr que la exposición del tema se apoye en nuevas tecnologías, que los estudiantes vean directamente la interacción del docente con dichas herramientas y puedan dar fe de su idoneidad en la temática abordada, que lo vean acertar y equivocarse al usar las aplicaciones, que participen activamente y se arriesguen a discutir lo planteado, todo ello en una sola sesión, se abre la posibilidad de que se construya el conocimiento en el aula y que en ella se adquieran los elementos de juicio para los trabajos extraclase que queden pendientes. Adicional a esto se logra que los estudiantes asimilen la esencia del significado de lo expuesto por el docente, se preparen para las evaluaciones y definan y encuentren lo verdaderamente importante en el panorama de los conceptos que giran alrededor de una misma sesión. Esto nos permite reafirma al hecho de que “...en este proceso, además de que se construye nuevo conocimiento, también se desarrolla una nueva competencia que le permitirá al estudiante aplicar lo ya aprendido a una nueva situación” (Cuevas Guajardo, 2011). El aprendizaje significativo se refiere a una teoría en la cual su autor, Ausubel (1986), propende a la búsqueda de un significado para todo lo que se le intenta enseñar a un estudiante y por ello cuestiona los sistemas de enseñanza tradicionales cuando dice que «los profesores suelen olvidarse de que los alumnos pueden inclinarse marcadamente al uso de términos abstractos que den la apariencia de propiedad cuando tienen que hacerlo aunque la comprensión de los conceptos fundamentales, de hecho, no exista» (Ausubel, 1986).

La simple formulación de la teoría sugiere que el conocimiento debe tener un significado para que su recordación y su aplicación no sólo sea más oportuna sino también más efectiva. En ese sentido, Ausubel (1986) señala que «El ser humano recuerda mucho mejor aquello que tiene significado para él». En la misma teoría del aprendizaje significativo se establecen tres fundamentos que corresponden al conocimiento previo, al nuevo conocimiento y a la actitud del estudiante. Desde esta perspectiva teórica se plantea que lo más importante para la adquisición de nuevo conocimiento es lo que el estudiante ya sabe

(Ausubel, 1986); que el nuevo conocimiento es aquel al cual el estudiante todavía no ha tenido acceso o que, definitivamente, es absolutamente desconocido para la sociedad; la actitud del estudiante se plantea desde dos ópticas: la primera hace referencia a su motivación para participar activamente en el proceso de aprendizaje y la segunda determina como factor importante la capacidad que desarrolle para establecer relaciones entre el conocimiento previo y el nuevo. En ambas tiene gran incidencia la labor del docente y las estrategias que adopte para lograrlo. El significado acude a la interpretación práctica que el conocimiento representa para el estudiante y que constituye la esencia del mismo (Trejos Buriticá, 2012) y sin la cual pasaría a ser un conjunto de teorías sin vida mientras que el proceso de aprendizaje terminaría siendo simplemente un proceso memorístico a corto plazo. Lo que busca el concepto de significado es permitir que el estudiante pueda relacionarlo con su entorno, con su vida y sus conocimientos previos y de esta forma pueda aplicarlo en la vida convirtiéndolo en un saber a largo plazo, lejano a los procesos puramente memorísticos (Trejos Buriticá, 2012). En este punto debe recordarse que el ideal de la educación no es aprender lo máximo, ni maximizar los resultados sino, ante todo, aprender a aprender. Se trata de aprender a desarrollarse y a continuar desarrollándose después de la escuela (Piaget, 1986). Este planteamiento permite pensar en que el desarrollo de la actividad mental, desde la percepción y el hábito hasta la percepción y la memoria, como las operaciones superiores del razonamiento y del pensamiento formal, son función de la distancia gradualmente creciente de los intercambios, o sea, del equilibrio entre una asimilación de realidades cada vez más alejadas de la acción propia y de una acomodación de ésta a aquéllas (Piaget, 2001). Piaget privilegia, entonces, los dos principios de su teoría, la asimilación y la acomodación, que constituyen la base del constructivismo como fuente de conocimiento,

Por su parte, Vigotsky propone ir más hacia cambios culturales positivos cuando éstos se articulen con procesos de aprendizaje y entonces, en un muy discreto principio de autonomía, puede llegarse a pensar en que el alumno llegue a recorrer el camino hacia el aprendizaje sobre la base de unos principios sólidos (Trejos Buriticá, 2012). Es allí donde este principio de autonomía irrumpe, articulando estos dos párrafos que le dan relevancia a Piaget cuando plantea la necesidad de aprender a aprender por parte

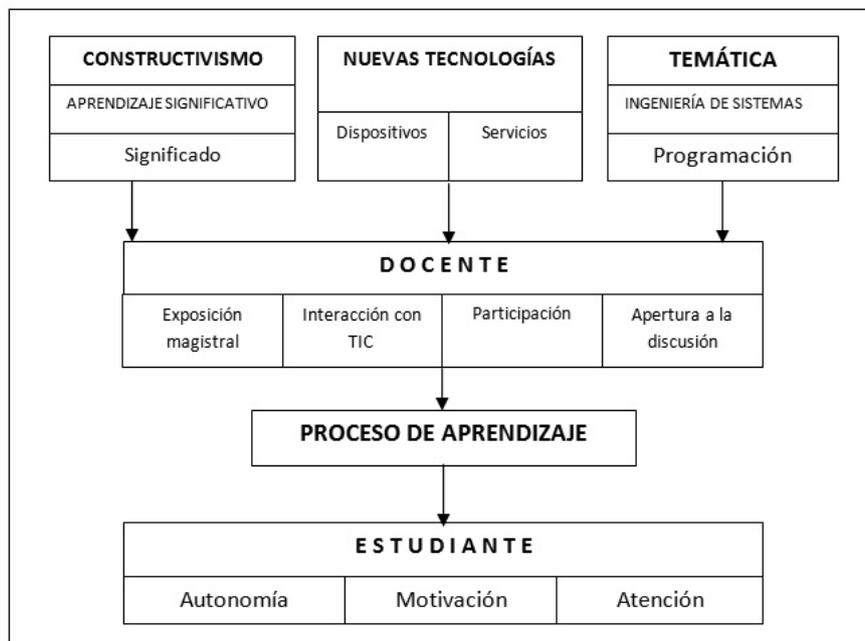
de los alumnos y de guiar para aprender por parte de los docentes, y a Vigotsky cuando tímidamente lo enuncia. El aprendizaje autónomo con responsabilidad se refiere a la independencia académica y se caracteriza por una conducta de autorregulación y autoestima, autoconcepto y autocompetencia (Paz Penagos, 2014) que le concede al estudiante presencia en su propio proceso de aprendizaje y que no prescinde, de tajo, de la colaboración, acompañamiento y cooperación que puede recibir del docente. Con este principio de aprendizaje autónomo se sobreviene que la distancia en el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el de desarrollo potencial, definido por la facultad de hacerlo con la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz, debe ser menor en un proceso de aprendizaje en el cual se ha privilegiado la imaginación como motor de la acción (Vigotsky, 1988), lo que constituye el gran propósito de todo proceso de aprendizaje.

Ahora bien, el uso de las nuevas tecnologías establece un lenguaje común con los estudiantes dado que "...este lenguaje de la tecnología se ha convertido en su lenguaje natural" (Small, 2010). Estas nuevas tecnologías, concebidas como todos los dispositivos que han simplificado en tiempos modernos el acceso a la información y la comunicación entre los seres humanos, han expandido la capacidad de crear, compartir y dominar el conocimiento (Hernández Requena, 2008). Esto ha provocado transformaciones significativas en industria, agricultura, medicina, administración, ingeniería, educación y muchas otras áreas. Los roles más importantes en la educación han implicado la transformación en tres aspectos del proceso de enseñanza: 1) su naturaleza; 2) el lugar y la forma en que se realiza; 3) el papel que desempeñan los estudiantes y profesores (Hernández Requena, 2008), con lo cual se reafirma la necesidad de replantear no sólo la labor del docente sino la participación del estudiante y las nuevas dimensiones de relación entre ambos. En un mundo como el de hoy, tan marcado por las tecnologías de la información y las comunicaciones sería bastante complejo, aunque no imposible, pensar en adoptar nuevas estrategias metodológicas basadas en constructivismo y aprendizaje significativo sin darle a las TIC el papel relevante que tiene en la concepción del mundo por parte de los estudiantes modernos.

Se trata de que los docentes ingresen a ese nuevo ámbito tecnológico en el cual el estudiante mira su entorno y no que se pretenda que ellos salgan de su mundo moderno natural para ser parte de concepciones que distan mucho de la realidad. El área de programación de computadores facilita tanto la adopción de estrategias y actividades heredadas del constructivismo y del aprendizaje significativo como el uso de las nuevas tecnologías en el aula de clases para que, conjuntamente, le posibiliten al estudiante, además de hablar en su lenguaje natural, acceder y apropiarse del conocimiento temático por un camino que, metodológica, conceptual y tecnológicamente, es mucho más simple para él.

Es de anotar que el extracto más exquisito del conocimiento es el significado, concebido como la esencia del mismo, lo cual implica tres condiciones: a) el significado debe ser bastante breve; b) el significado debe ser concreto y específico, y c) el significado debe ser absolutamente entendible, digerible y fácil de apropiarse por parte del estudiante. La figura 1 muestra la relación entre los conceptos explicados hasta el momento, sobre la cual se han formulado las estrategias, acciones y teorías que inspiran este artículo de investigación. Con el ánimo de darle un corpus que aproxime tales conceptos, la figura 1 muestra un esquema de relación y la respectiva precedencia entre ellos.

Figura 1. Relación entre conceptos



Como se muestra en la figura 1, el primer insumo que se plantea en este artículo es el constructivismo (Piaget, Vigotsky) como corriente pedagógica en la cual se destaca el aprendizaje significativo (Ausubel) y, dentro de esta teoría, el concepto de significado como elemento central de la fundamentación teórica de esta investigación. El segundo insumo lo proporcionan las tecnologías de la información y las comunicaciones tanto en los dispositivos como en los servicios que proporcionan. Como tercer insumo está la temática misma que hace referencia al objeto de estudio en el aula y que, en este caso, corresponde al área de programación de ingeniería

de sistemas. Estos insumos, como se ve en la figura, le proporcionan al docente recursos que permiten fortalecer la exposición magistral, la interacción in situ con las TIC, la participación activa del estudiante y la apertura a la discusión frente a los conceptos que se presenten. También posibilitan que el docente lidere un proceso de aprendizaje en el que pueden obtenerse tres beneficios para el estudiante que vale la pena destacar: la autonomía en el aprendizaje, la motivación frente al proceso y la atención en relación con la temática. Basado en todos los elementos que se exponen en la figura 1 se ha construido la estrategia metodológica que inspira este artículo.

El diseño sugiere tener en cuenta algunas peculiaridades específicas en el aula de clases que para el caso de la presente investigación incluye: a) factores externos que distraen la atención del estudiante, lo cual implica salones que permitan una especie de aislamiento durante la sesión, b) factores endógenos, que también generan distracción durante la sesión, como los celulares, por lo cual se sugiere que éstos se silencien o se apaguen durante la clase determinada, c) factores característicos de cada estudiante, que invitan a que se fortalezca el diálogo con el docente para que realmente exista motivación por parte de todos los participantes no sólo en el tema sino en las técnicas, tecnologías y estrategias utilizadas para tal fin. Conviene, en consecuencia, que los docentes que adopten la metodología sugerida, y probada, en este artículo (en el área de programación) conozcan un poco más las características del grupo de forma que se articulen con la esencia de lo que se va a trabajar. Igualmente, la idoneidad del docente tanto en lo puramente temático como en lo tecnológico y lo metodológico debe verse reflejado en el desarrollo de la sesión de manera que los efectos sean los que esta investigación ha arrojado. Algunas virtudes histriónicas por parte del docente serán de gran utilidad. Por otra parte, el diseño didáctico se refiere a la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de la comunicación tanto en el aula como fuera de ella, aprovechando las bondades de los dispositivos y servicios de las nuevas tecnologías de forma que se favorezca el aprendizaje significativo en los estudiantes. Ello invita a pensar en "...quién enseña, a quién se enseña, qué se enseña y cómo se enseña" (Paz Penagos, 2014). Con todo esto se busca fusionar los planteamientos, recursos y conceptos temáticos que se presentan como insumos en la figura 1 para que el docente genere en el estudiante los resultados que, a la luz de las teorías expuestas, son favorables en el proceso de aprendizaje.

## Metodología

En esta investigación el diseño metodológico es de análisis cualitativo, partiendo de un estudio de caso concreto (área de programación), revisando el avance en cada uno de los alumnos tanto desde la óptica investigativa instrumental como de la conceptual por parte de éstos. La metodología de retroalimentación adoptada ha permitido conocer la opinión de los estudiantes en relación con el proceso de aprendizaje, el

impacto que les ha generado y los posibles ajustes que se pueden realizar en dicha metodología, intentando darle un tratamiento cuantitativo y cualitativo a todos los datos recolectados. Para el desarrollo de la investigación se formularon tres etapas: en la primera se les plantean a los estudiantes los fundamentos teóricos sobre los cuales se ha construido la investigación, lo cual facilita muchas de las actividades que se desarrollarán en el proceso de aprendizaje y establece un lenguaje común metodológico entre el líder del proceso, el docente, y los participantes, los estudiantes. En la segunda etapa se inicia el proceso de aprendizaje apoyado en las teorías, conceptos y recursos presentados y se abren los espacios tanto para las exposiciones magistrales por parte del docente, con la respectiva interacción in situ con las nuevas tecnologías, como para la participación activa de los estudiantes y la apertura a la discusión. En la tercera etapa se realizan actividades evaluativas que retroalimentan el proceso y el conocimiento adquirido. La evaluación del proceso por parte de los participantes constituye la base para encontrar fisuras metodológicas que puedan mejorarse y, de paso, refinar la metodología adoptada; y la evaluación del conocimiento permite evidenciar la efectividad de la metodología en relación con el aprendizaje.

En la primera fase se acudió a una exposición simple de los fundamentos teóricos de forma que fueran digeribles, para los estudiantes, los objetivos y el camino para lograrlos en el desarrollo del proceso de aprendizaje. En esta fase también se recolectaron algunos datos de los alumnos como sus preferencias de lectura, cine y música y su dirección electrónica. En la segunda fase se acudió a varios recursos de *hardware* (portátil, videobeam); recursos de *software* (procesador de palabra Word, generador de presentaciones PowerPoint, compilador Dev C++), servicios (internet, correo electrónico, *World Wide Web*) y a algunos atributos histriónicos del docente. Al inicio de la sesión se abrieron tres programas: un procesador de palabra, un programa para diseño de presentaciones y un entorno integrado de desarrollo de un lenguaje de programación determinado. En el procesador de palabra, que para el caso fue Word, se plasmaron desde el principio los datos identificativos de la sesión así como sus objetivos, enunciando los temas y los respectivos logros. A medida que la exposición magistral avanza, en el documento abierto de Word se va escribiendo todo lo que el docente considere útil para guardar. En esta parte

se acudió, cuando era necesario, a los recursos y utilidades que el mismo procesador de palabra provee como gráficos, diseño de formas, flechas, cuadros, cajones (boxes), etc., de manera que el documento explicativo del contenido de la sesión quedara lo más didáctico posible.

En el programa para diseño de presentaciones, que en este caso fue PowerPoint, se consignaron los conceptos más importantes de la sesión; es decir, en cada diapositiva se iba anotando lo que podría considerarse la esencia de la sesión; dicho en términos pedagógicos, quedaría registrado el significado del contenido temático. Debe anotarse que se pretende que de cada sesión no resulten más de siete diapositivas. El entorno integrado de desarrollo es el ambiente que posibilita trabajar con un lenguaje de programación, esto es, codificar, compilar, corregir y ejecutar el código escrito. En la investigación, según lo establecido por el contenido de las asignaturas que se impartieron con esta metodología, se utilizó el entorno DrRacket para la asignatura Programación I (programación funcional) y Dev C++ para Programación II (programación imperativa). La proyección del entorno, del contenido del documento en Word y de las diapositivas, la interacción del docente con estos programas, el paso de uno a otro, el uso que se le da a cada uno e incluso los posibles errores que surjan al utilizarlos constituyen la base para sostener que con esta metodología el estudiante aprende no sólo a partir del uso de los recursos sino, y mejor aún, a partir de ver a su docente interactuar magistralmente con ellos. Allí reside lo innovador de la metodología, teniendo en cuenta que el tiempo ha demostrado la utilidad de que el documento de soporte en Word no supere las tres páginas ni la presentación las siete diapositivas.

La razón es muy simple y se basa en la capacidad de síntesis que, se espera, haya desarrollado el docente. Una sesión de dos horas se concreta fácilmente en los términos establecidos. Durante la sesión, el estudiante centrará su atención en el desarrollo de la clase, además de ser espectador de la interacción del docente con los programas descritos. Debe aclararse que se ha acudido a estos programas dadas las necesidades de contenido de la asignatura. Es posible que haya asignaturas que requieran otros programas. Durante la sesión, el docente, pasando de un programa a otro,

formula preguntas que inviten a la participación de los estudiantes alrededor del tema que expone y con ello abre la posibilidad de discusión a la luz de las discrepancias conceptuales que surjan. Es claro suponer que para el desarrollo exitoso de una sesión con estas características el docente no sólo ha de tener algunas virtudes histriónicas naturales; además, debe moverse con comodidad entre los programas que requiera y entre los conceptos que pretende explicar. Finalizada la exposición magistral, se plantean ejercicios. En el caso de programación de computadores, si se encuentra en una sala con la dotación respectiva, la solución podrá ser formulada directamente sobre el compilador y puesta en ejecución. Si es un salón convencional, entonces los estudiantes trabajarán en parejas o, máximo, en grupos de tres para resolver en papel los programas propuestos como retroalimentación.

Al finalizar la sesión se abre el navegador y allí, directamente y delante de los estudiantes, se les envían los documentos pertinentes, que para este caso son: a) documento de Word con la fundamentación teórica de la sesión, b) presentación en PowerPoint acerca del significado de la temática abordada en la sesión, c) los programas construidos como aplicación de la temática abordada. El envío de estos documentos desde la cuenta de correo del docente constituye una base de comunicación directa y asíncrona entre el mismo docente y sus estudiantes y si se invita a cada uno a que siempre, en cada sesión, repita su dirección electrónica, se generará una identidad en el alumno que permitirá articular y apropiarse el proceso de aprendizaje pues allí se verá reflejado. Sobra decir que para hacer efectivo el envío del material directamente desde el computador del docente a cada una de las cuentas de correo de los estudiantes, deberá contarse con conexión a internet. Si no es así, conviene que el docente realice el envío correspondiente dentro de las dos siguientes a la sesión. Es importante tener presentes las normas de redacción en la construcción del documento de soporte en Word, así como algunas indicaciones estéticas en el diseño de las diapositivas y también recomendaciones técnicas en la escritura del código, en lo referente a documentación y autodocumentación, todo lo cual favorecerá la efectividad de esta metodología. Estos aspectos son tema de otro artículo,

Para la tercera fase se diseñaron unos instrumentos de recolección de información y de evaluación del

conocimiento. Con los primeros se recogió, de manera anónima, la opinión de los estudiantes alrededor de la metodología adoptada; con los segundos, se revisó la efectividad del proceso en referencia con el aprendizaje de cada participante. En este caso se trabajó con pruebas escritas, ajustadas a la escala estándar de calificación de 1 a 5, en las cuales se privilegiaba lo esencial de cada conjunto de temas. Los instrumentos de recolección de la información, relativos a la opinión de la metodología adoptada por parte de los estudiantes, también permitieron hacer ajustes en tiempo real y monitorear la relación y participación entre ellos y la metodología. Los instrumentos de recolección de información sobre la metodología adoptada se basaron en pocas preguntas (sólo cuatro), abiertas y breves: a) Cómo le ha parecido la metodología adoptada en la asignatura, b) Qué le mejoraría a la metodología adoptada en el proceso de aprendizaje, c) Qué resaltaría de la metodología adoptada, d) Qué idea incorporaría usted a dicha metodología que no haya sido tenido en cuenta. La razón por la cual se expusieron ante los estudiantes los fundamentos de la metodología adoptada era que al conocer las preguntas tuvieran un mínimo de sustento para responderlas sin descartar espacio abierto

que les permitieran ser sinceros. Los instrumentos de evaluación de conocimiento se diseñaron a partir de los conceptos fundamentales del área temática cubierta, es decir, orientando las preguntas a la esencia o significado del mismo. Alrededor de dicha esencia se diseñaron ejercicios, talleres y preguntas que rescataban la importancia de haber definido previamente el significado de cada tema. Algunos instrumentos de evaluación del conocimiento iban en la dirección de las definiciones con las cuales se concluía cada sesión, otros se orientaban a ejercicios y enunciados cuya solución se basaba en la aplicación de dichas definiciones o pretendían ampliar el espectro de conocimiento por parte de los estudiantes. Tanto las pruebas de conocimiento como el diligenciamiento de los instrumentos que permitieron recolectar la opinión y aportes de los estudiantes en relación con la metodología adoptada se aplicaron en las semanas tercera, sexta, novena y duodécima del semestre académico, de manera que se conocieran dichos aportes en la aplicación de la metodología y se hicieran los ajustes necesarios, además de monitorear los logros de aprendizaje y realizar los cambios correspondientes. La figura 2 muestra un ejemplo de parte de una evaluación de conocimiento.

Figura 2. Fragmento de una evaluación de conocimiento

<p><b>Pregunta 3</b>, Un problema se define como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Una situación que no tiene solución</li> <li>b) Un enunciado que siempre tiene solución</li> <li>c) Una situación o un enunciado que exige una solución</li> <li>d) Una situación o un enunciado que exige una solución</li> </ul>	<p><b>Pregunta 6</b>, Los problemas técnicos se definen como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Problemas en los cuales la solución sólo implica la presencia del ser humano</li> <li>b) Problemas en los cuales la solución sólo implica la presencia de tecnología</li> <li>c) Problemas en los cuales la solución implica la presencia del ser humano y “algo más”</li> <li>d) Problemas que no tienen solución</li> </ul>
--	---

Como se aprecia en la figura 2, las preguntas (en este caso) corresponden a un diseño de selección múltiple con cuatro distractores basadas exclusivamente en el contenido visto (documento de Word) y en la esencia consignada en las diapositivas (presentación PowerPoint) de manera que el estudiante tenga sintonía directa entre lo planeado como objetivo y tema, lo expuesto en clase, lo recibido en el correo electrónico y lo evaluado, articulación lineal que hace que el proceso sea exitoso como proceso de aprendizaje.

## Resultados

Esta metodología se aplicó en dos cursos de programación: Programación I (primer semestre, 17 estudiantes) y Programación II (segundo semestre, 19 estudiantes), ambas de Ingeniería de Sistemas Universidad Tecnológica de Pereira, en el segundo periodo académico de 2013. De su aplicación se obtuvieron cuatro resultados: cuantitativos del desempeño y avance académico de los estudiantes,

cualitativos de la apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes, cualitativos de la opinión libre y anónima de los estudiantes. Los resultados cuantitativos del desempeño y avance académico se obtuvieron de los resultados de las pruebas de conocimiento; los cualitativos de la apropiación del conocimiento, a partir de la observación directa e interacción con los alumnos; y los cualitativos de la opinión libre y anónima de los estudiantes, de sus respuestas en el cuestionario de retroalimentación. En cada prueba escrita de conocimiento se entregó un formulario con tres preguntas de retroalimentación del proceso. Debe recordarse, como se explicó en un ítem anterior, que tanto la prueba de conocimiento como la microencuesta de retroalimentación se hicieron cada tres semanas (semanas tres, seis, nueve y doce). La observación directa se realizó durante todo el semestre y para ello se llevó un diario de campo que se diligenciaba con las impresiones de cada estudiante luego de cada sesión de clases. La tabla 1 presenta los resultados cuantitativos obtenidos en el desarrollo de las pruebas individuales

de conocimiento. Se han tomado tan sólo algunos de los estudiantes aleatoriamente para mostrar el proceso de seguimiento sin ningún tipo de criterio específico en su escogencia. Se obviaron las notas del examen final de la asignatura dado que éstas obedecen a una dinámica diferente que se tratará en un artículo posterior.

De la misma manera, la tabla 2 muestra el promedio del curso en las pruebas de conocimiento sin excluir ningún valor, Debe anotarse que para realizar un análisis más justo del proceso, se omitieron algunos valores extremos específicos, que corresponden a situaciones específicas que no reflejan el común de los alumnos. Cambio de ciudad, enfermedad, aburrimiento y bajo rendimiento académico por una decepción amorosa son las razones del retiro de cuatro estudiantes a mediados del semestre y antes del último parcial. El docente consultó con los estudiantes directamente las razones de la deserción y dedujo que la metodología no tuvo nada que ver en su decisión final.

Tabla 1. Algunos resultados cuantitativos individuales

Asignatura	Estudiante	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	Parcial 4
Programación I	3	2,3	2,9	3,6	4,0
	7	3,4	3,4	3,6	3,9
	11	3,2	3,6	3,9	4,1
	14	3,3	3,8	4,1	4,6
Programación II	4	2,1	2,4	2,8	2,9
	5	3,0	3,6	4,1	4,2
	10	3,0	3,0	3,0	4,1
	19	3,7	4,0	4,3	5,0

Tabla 2. Promedio de los cursos en pruebas de conocimiento

Asignatura	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	Parcial 4
Programación I	2,8	3,2	3,5	3,8
Programación II	2,7	3,1	3,7	4,1

Como se puede observar en el fragmento publicado en la tabla 1, en cada estudiante (y así sucede con los que no aparecen aquí y que no son de los casos especiales referidos en el párrafo anterior) la progresión cuantitativa es ascendente. Éste podría ser un factor de poca importancia pues podría corresponder a un comportamiento absolutamente individual de cada estudiante; sin embargo, cuando se revisa el promedio

del grupo también se nota dicha progresión numérica, es decir, el promedio de cada prueba es superior al promedio de la prueba anterior. Estos valores resultan altamente reconfortantes frente al desarrollo y puesta en escena de la metodología planteada, De esta situación, que en unos casos es estable y en otros progresiva ascendente, sólo se exceptuaron los cuatro casos especiales referidos en el párrafo anterior.

En cuanto a los resultados cualitativos de apropiación del conocimiento, que se obtuvieron de la observación, interacción y comunicación con los estudiantes que participaron en los cursos, los resultados fueron muy similares. Para ello se consideró una escala muy sencilla: a) Muy mal, cuando los conceptos no se manejaban con propiedad o su aplicación tomaba distancia de su fundamentación, b) Mal, cuando los conceptos se manejaban en lo teórico pero no se sabían aplicar, c) Regular, cuando los conceptos se manejaban en lo teórico pero con frecuencia su aplicación era deficiente, d) Bien, cuando los conceptos se manejaban en lo teórico y su aplicación, salvo algunos casos esporádicos, era deficiente y e) Muy

bien, cuando los conceptos se manejaban en lo teórico y su aplicación siempre era apropiada.

Debe anotarse que estos criterios de valoración surgen de la interacción informal entre el docente y los estudiantes, fuera del salón o en él, y obedecen a una opinión estrictamente personal de quien enseña. Por el bien del refinamiento del proceso se ha tratado de ser lo más objetivo posible mas no se descarta que en algunos casos específicos la naturaleza humana genere a algún tipo de sesgo no visible para el investigador. La tabla 3 muestra los resultados cualitativos de la apropiación del conocimiento de los mismos estudiantes que se presentaron en la tabla 1.

Tabla 3. Algunos resultados cualitativos de apropiación del conocimiento

Asignatura	Estudiante	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	Parcial 4
Programación I	3	Bien	Bien	Muy bien	Muy bien
	7	Mal	Mal	Bien	Bien
	11	Mal	Regular	Bien	Muy bien
	14	Regular	Regular	Bien	Bien
Programación II	4	Mal	Mal	Regular	Bien
	5	Regular	Regular	Bien	Bien
	10	Mal	Regular	Bien	Bien
	19	Regular	Bien	Muy bien	Muy bien

Nótese que no existe una correspondencia lineal entre el concepto cualitativo y su respectiva valoración cuantitativa obtenida en las pruebas de evaluación. Esto obedece a que muchos estudiantes conceptualizan muy bien la teoría y al aplicarla no son tan efectivos; otros conceptualizan muy bien teoría y práctica y en las pruebas escritas se confunden a causa de la presión, los nervios o situaciones específicas de cada uno. Por otra parte, si se tiene en cuenta que el conocimiento es una construcción absolutamente personal y no una copia idéntica de la realidad, esta valoración cualitativa confirma lo planteado por Piaget en cuanto a la adquisición del conocimiento, Para efectos del artículo se ha omitido el análisis de cada estudiante en cuanto a la relación entre lo cuantitativo y lo cualitativo; sin embargo, ese análisis se hizo en la investigación y se encontraron algunas coincidencias bastante claras. Pero lo que más llamó la atención fueron las situaciones especiales, como sucede con el caso del estudiante N.º 4 del curso Programación II, que mantuvo su progresión cuantitativa y cualitativa

y aun así perdió. También se hicieron análisis de los resultados cualitativos en conjunto para conocer la progresión cualitativa del curso en su totalidad.

Límites de extensión del artículo omiten dichas reflexiones. En la tabla 4 se presentan algunos resultados obtenidos en la recolección de información cualitativa en referencia con la opinión de los estudiantes acerca de la metodología adoptada. En este pequeño instrumento, luego de cada prueba evaluativa de conocimiento, se le hicieron cuatro preguntas a cada estudiante: a) Cómo le ha parecido la metodología adoptada en la asignatura, b) Qué le mejoraría a la metodología adoptada en el proceso de aprendizaje, c) Que resaltaría de la metodología adoptada, d) Qué idea incorporaría usted a dicha metodología y que no haya sido tenida en cuenta. Aunque el análisis cualitativo de las respuestas recogidas es significativamente amplio, se presentan sólo algunos resultados debido a las restricciones de espacio. Se han seleccionado aleatoriamente algunos de los estudiantes que participaron, tanto de

Programación I como de Programación II, sólo para conocer las opiniones que los estudiantes registraron en el segundo parcial (que se realizó en la sexta

semana académica del semestre). La selección del parcial también fue aleatoria, es decir, no primó ningún criterio específico en su escogencia.

Tabla 4. Opinión y aportes de los estudiantes participantes

	Pregunta	Programación I		Programación II	
		Estudiante 6	Estudiante 11	Estudiante 9	Estudiante 18
A	¿Cómo le ha parecido la metodología adoptada en la asignatura?	Me he sentido muy identificada con la metodología, me gusta mucho ver al profesor interactuar con los programas que luego voy a usar.	Creo que le permite a uno ver en el aula lo que luego va a ver en la casa, me parece muy buena.	Me habría gustado ver Programación I con esta metodología, hubiera sido mucho más sencilla.	Creo que la capacidad del profesor de hacerse entender es maravillosa, apoyado por esta gran metodología.
B	¿Qué le mejoraría a la metodología adoptada en el proceso de aprendizaje?	Pensaría en sesiones de cuatro horas y no de sólo dos horas.	En el aula creo que sería útil el trabajo por parejas y no individual.	Invitaría a los otros profesores de programación para que asistieran a este curso.	Grabaría en video la exposición de este profesor y la pondría en Youtube.
C	¿Qué resaltaría de la metodología adoptada?	Uno casi no se distrae, es increíble.	El diálogo entre compañeros durante la clase siempre es alrededor de un tema académico.	El buen uso de los programas y de la internet, maravilloso.	La capacidad del docente para hacerse entender.
D	¿Qué idea le incorporaría usted a dicha metodología, que no haya sido tenida en cuenta?	Le daría a cada estudiante una tablet en vez de un computador para que siguiera al docente.	Me gustaría que existieran sesiones conectadas por Skype con estudiantes de otras universidades. Eso sí, con el mismo profesor.	Capacitaría a todos los docentes para que siguieran esta misma metodología.	Que todos los cursos de programación los dictaran con esta metodología.

En la tabla 3 se observa que las respuestas en ambos cursos de programación son bastante espontáneas y libres. Cabe recordar que para mantener el anonimato de los estudiantes, y facilitar que respondieran las preguntas con toda libertad, se les entregaba la prueba evaluativa de conocimiento y, al tiempo, las cuatro preguntas en otro formato. La prueba

evaluativa la marcaban con el nombre, las preguntas no. Al finalizar el parcial dejaban las respuestas a las preguntas en una mesa diferente a aquella en la cual ponían la evaluación, Para garantizar total transparencia se solicitó que cada estudiante revolviera las respuestas de los compañeros en la mesa donde estaban las preguntas de retroalimentación,

## Discusión

A partir de los diversos análisis que se pueden hacer sobre los datos cuantitativos y cualitativos recogidos se pueden abrir diferentes ventanas de observación y discusión. Sin embargo, entre los elementos que llaman la atención está el hecho de que en todos los estudiantes que asistieron con regularidad a los cursos se nota una tendencia incremental en las notas de las pruebas escritas. Tal como se nota en la tabla 1 y la tabla 2, en los estudiantes en los que esa tendencia no fue tan evidente, se nota un comportamiento cuantitativo estable, con lo cual se confirma que en ningún estudiante, excepto los que se han diferenciado como casos especiales, la tendencia ha sido disminuir la valoración de sus notas parciales. Si bien este factor por sí solo no constituye un elemento de juicio suficientemente fuerte como para obtener conclusiones, la observación, el contacto y la interacción con los estudiantes por parte del docente tiene un comportamiento similar y, teniendo en cuenta que los criterios de análisis para el ámbito cuantitativo son diferentes a los del ámbito cualitativo, no puede pasar inadvertido el hecho y eso le confiere significativa solidez a las conclusiones, tal como lo muestra la tabla 3.

Por otra parte, cuando se observan las opiniones de los estudiantes, los aportes y la voluntad de participar en este tipo de procesos y de consignar libremente sus opiniones en el instrumento que se les entregó, se puede pensar que la metodología no sólo ha sido efectiva, motivante, sino también que se ha abierto un camino para que el estudiante se involucre en su propio proceso de aprendizaje, tal como lo muestran los resultados en la tabla 4, que son tan sólo un fragmento de los resultados completos pero que se mantienen en su misma lógica. Frente a estas posibilidades, puede pensarse en que esta metodología se constituya en una buena base para las asignaturas de carácter práctico tecnológico en las cuales se esperaría que se obtuvieran resultados similares a los de esta investigación. Es claro pensar que una metodología por sí sola no hace nada si no va acompañada de un recurso humano que la posibilite, la aproveche, la capitalice y la haga efectiva. De ahí la importancia de preparar a los docentes tanto en el uso efectivo de las nuevas tecnologías (dispositivos

y servicios) como en la forma de comunicarse con sus estudiantes, de interactuar con ellos y establecer puentes de comunicación efectivos, sin demeritar la importancia que tienen la idoneidad y el conocimiento temático amplio que se requiere para implementar exitosamente metodologías como las que aquí se presentan. Establecer comunicación con los jóvenes en su propio lenguaje natural, el de la tecnología, aproxima el mundo del docente al de los estudiantes y proporciona mayores posibilidades de comunicación entre ellos, lo que genera la motivación suficiente para que el tercer factor de la teoría del aprendizaje significativo se dé en pos de un proceso exitoso de aprendizaje. Todo esto en conjunto posibilita la apertura de caminos por los cuales el alumno, en compañía del profesor, puede construir el conocimiento enfrentando y resolviendo algunas de las falencias que se presentan en los perfiles de los profesores universitarios de programas técnicos y en las competencias de los mismos estudiantes.

## Conclusión

Tomando como base la investigación realizada, puede concluirse que este diseño ofrece una alternativa didáctica que posibilita, por el camino de la interacción, la participación y la discusión, un aprendizaje que facilita la formación en ingeniería en el ámbito universitario. En este modelo de constructivismo en el aula se le ha conferido protagonismo al estudiante a partir de su observación cualitativa y cuantitativa en la apropiación de los conocimientos potenciándolos desde la motivación para que interactúen, comuniquen, participen y discutan en el desarrollo de cada sesión de clase. Será de gran importancia analizar el avance de los estudiantes de manera individual por encima de los valores específicos de cada análisis, bien sea cuantitativo o cualitativo, para que, de esta forma, se identifiquen y aborden las debilidades que pueda tener cada estudiante en su propio proceso de aprendizaje. Todas las sesiones estuvieron encaminadas a generar suficiente motivación en los estudiantes al punto que en todas asistió el grupo completo de estudiantes en ambas asignaturas, exceptuando a los cuatro que se identificaron como casos especiales y que se retiraron por razones de índole personal, completamente ajenas a la metodología adoptada. Debe anotarse que las consideraciones sobre el aprendizaje revelaron que la

participación docente de la mano del constructivismo y de la teoría del aprendizaje significativo es de suma importancia y el refinamiento de su accionar deberá estar mediado por una relación entre la idoneidad del docente, la calidad de contenidos y los instrumentos (TIC) apropiados, unos procedimientos, unas técnicas y una metodología adecuados para mejorar la labor de enseñar, un factor motivacional que se incuba en los estudiantes desde el principio, de manera que se haga partícipe de su propio proceso de aprendizaje y un ambiente que reduzca las distracciones externas y que potencie los aportes en el aula.

La importancia de centrar los procesos de aprendizaje en el alumno permiten que éste se convierta en el actor principal de cualquier proceso educativo y el conjunto de los elementos que constituyen esta investigación constituyan soluciones para el desarrollo de los procesos inherentes a la formación de ingenieros y, de paso, a la de los docentes de ingeniería. A esto se le puede adicionar que al apoyarse en teoría de aprendizaje, y particularmente en el constructivismo, se pueden encontrar caminos más expeditos para que la relación entre docentes y estudiantes de programas de ingeniería posibiliten mayor comunicación lo cual redundará en una comprensión de conocimientos más efectiva.

Cualquier proceso de aprendizaje, incluyendo los procesos propios de la formación de ingenieros, se enriquece significativamente cuando se acude a teorías de aprendizaje y se adoptan metodologías que las instrumentalizan y las ponen en escena. De esta forma, la programación de computadores se convierte en una vertiente de motivación para ingenieros de sistemas cuando la metodología utilizada en el proceso de aprendizaje genera suficiente motivación en los estudiantes, de manera que la buena utilización de las nuevas tecnologías, representada en dispositivos y servicios, y su interacción en el aula delante de los estudiantes, ayude a que el proceso de aprendizaje sea mucho más efectivo. El concepto de significado permite sintetizar lo importante en un área de conocimiento y ponerlo al nivel y a disposición de los alumnos de primeros semestres en un programa de formación en ingeniería. Por esta razón, la investigación en ciencias de la educación permite encontrar caminos más efectivos en un proceso de aprendizaje, simplificando y haciendo más eficaz la labor del docente de ingeniería quien, normalmente, tiene una distancia prudente y poco conveniente de teorías de aprendizaje, lo que fortalece significativamente a partir del análisis tanto de los aspectos cuantitativos como de los cualitativos.

## Referencias

- Ausubel, D. P. (1986). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas,
- Cuevas Guajardo, L. (Enero-marzo de 2011). Punto de encuentro entre constructivismo y competencias. *APAUNAM Academia, Ciencia y Cultura*, 3(1), pp. 5-8.
- Díaz-Barriga, F. (2005). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, México: McGraw-Hill.
- González Álvarez, C. M. (2012). *Aplicación del constructivismo social en el aula* (1.ª ed.). Ciudad de Guatemala, Guatemala: Organización de Estados Americanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Hernández Requena, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías aplicado en el proceso de aprendizaje. (U. O. Cataluña, Ed.) *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5 (2), pp. 26-35.
- Maturana Romesin, H., & Varela, F. (1994). *El árbol del conocimiento*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Paz Penagos, H. (2014). Aprendizaje autónomo y estilo cognitivo: diseño didáctico, metodología y evaluación. (A. C. Ingenierías, Ed.) *Educación en Ingeniería*, 9(17), pp. 53-65.
- Piaget, J. (1986). *Inteligencia y afectividad*, Buenos Aires: Aique.
- Piaget, J. (2001). *Psicología y pedagogía*. México: Crítica.
- Small, G. (2010). *El cerebro digital*. Barcelona: Urano.
- Trejos Buriticá, O. I. (2012). *Aprendizaje en ingeniería: un problema de comunicación*. Pereira: Doctorado en Ciencias de la Educación Rudecolombia, CADE, Universidad Tecnológica de Pereira.
- Vigostky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Crítica.

## Sobre el autor

---

### **Omar Ivan Trejos Buriticá**

PhD. Ingeniero de Sistemas, Especialista en Instrumentación Física. Magister en Comunicación Educativa. PhD Ciencias de la Educación. Docente

de Planta. Área Programación de Computadores. Programa Ingeniería de Sistemas y Computación. Universidad Tecnológica de Pereira.  
omartrejos@utp.edu.co